ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AVRIL 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de Pâques la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 11 avril au lieu du lundi 9.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau la brochure publiée par la Société française des Électriciens à l'occasion de la *Remise de la médaille Mascart* à Sir J.-J. Thomson.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que le tome 2 du *Catalogue des Archives de Chantilly* est, au Secrétariat, à la disposition des membres de l'Académie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Préparation, par la bactérie du sorbose, d'un nouveau sucre réducteur à 7 atomes de carbone.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Georges Nitzberg**.

La bactérie du sorbose est un réactif remarquable pour étudier les substances du groupe des sucres et les services que l'on peut en attendre sont loin d'être épuisés. C'est ainsi que, l'ayant fait agir sur une heptite artificielle, préparée d'abord par E. Fischer à partir du glucose, l'α-glucoheptite [1], nous avons obtenu un nouveau sucre réducteur cristallisé, à 7 atomes de carbone, l'α-glucoheptulose.

---

(1) *Liebig's Ann.*, 270, 1892, p. 64. Voir aussi Philippe, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, 26, 1912, p. 289.

Pour arriver à ce résultat, il faut commencer par préparer l'α-glucoheptite : utilisant la réaction de Schützenberger-Kiliani, on fixe d'abord de l'acide cyanhydrique sur du glucose ordinaire ; il se fait, comme l'a montré E. Fischer, un mélange de deux nitriles stéréoisomères α et β ; on les transforme par hydratation à l'aide de baryte en heptonates de baryum dont on prépare les lactones ; par concentration et repos, la forme α cristallise seule ; on la recueille et on la réduit successivement en α-heptose, que l'on isole, puis en α-heptite. En partant de 3^{kg} de glucose, nous avons ainsi préparé plus de 100^g d'α-glucoheptite cristallisée, tout à fait pure, fondant à $+129$-$130°$, soluble à $+18°$ dans la proportion de $1^g,70$ dans 100^{cm^3} d'alcool à 80 pour 100, et complètement dépourvue de pouvoir rotatoire.

La mise en culture a lieu exactement comme lorsqu'il s'agit de transformer la perséite en perséulose ([1]). On opère sur une solution à 3 pour 100 d'heptite dans une décoction de bonne levure de bière à 5^g d'extrait par litre. On doit ensemencer largement, avec une bactérie très active ([2]). Après six semaines à deux mois, l'oxydation biologique n'augmentant plus, on sépare le liquide des zooglées, on le réduit par distillation dans le vide à 15 ou 20 pour 100 de son volume primitif et on l'additionne d'alcool fort, de manière à obtenir un titre final de 80 à 85°. On décante après 24 heures. Le précipité brun est redissous dans l'eau, reprécipité par l'alcool, et cela une ou deux fois, pour en extraire complètement le sucre réducteur. L'ensemble des liquides décantés est distillé dans le vide pour en chasser l'alcool, on défèque la solution restante par le sous-acétate de plomb et l'hydrogène sulfuré, et l'on concentre à consistance de sirop : l'α-glucoheptulose cristallise en masse. On l'essore, on le lave à l'alcool un peu étendu et on le purifie par de nouvelles cristallisations.

L'α-glucoheptulose cristallise avec facilité, un peu à la manière du sorbose, en prismes durs et transparents, tantôt isolés, tantôt réunis en sphérocristaux.

Sa saveur est nettement sucrée.

Il se dissout dans un peu plus de son poids d'eau, à la température ordinaire, beaucoup moins dans l'alcool. Par exemple, à $+21°$, à raison de $12^g,07$ dans 100^{cm^3} d'alcool à 60 pour 100, de $3^g,35$ dans l'alcool à 80 pour 100 et de $0^g,37$ dans l'alcool à 95 pour 100.

D'après l'analyse élémentaire, l'α-glucoheptulose est anhydre et répond à la formule brute $C^7H^{14}O^7$. Cette formule a d'ailleurs été confirmée par la cryoscopie : une solution de $2^g,500$ de glucoheptulose dans $48^g,25$ d'eau a donné

$$\text{P. M.} = \frac{1890 \times 2,500}{0°,503 \times 48,25} = 194,7;$$

le chiffre calculé étant 210.

Les cristaux du nouveau sucre fondent nettement à $+173°,5$, ce point

(1) Gab. Bertrand, *Comptes rendus*, **147**, 1908, p. 201, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 5, 1909, p. 629.

(2) On trouvera les détails dans une autre publication.

ayant été déterminé sur des préparations purifiées à plusieurs reprises, jusqu'à constance de la température de fusion.

L'α-glucoheptulose est lévogyre, sans mutarotation. En solution aqueuse, à 10 pour 100 à la température de + 22°, on a trouvé, sans aucune variation avec le temps, $[\alpha]_D = -67°8'$.

Le pouvoir réducteur est d'environ 88 pour 100 de celui du glucose (1).

Chauffé avec l'acétate de phénylhydrazine, le glucoheptulose donne une osazone cristallisée en petites aiguilles jaune d'or, identique à celle fournie par l'α-glucoheptose. Purifiée par une recristallisation dans un mélange bouillant d'eau et d'alcool, cette osazone fondait au bloc Maquenne vers + 209°-210°, et donnait à l'analyse des chiffres correspondant bien avec la formule $C^{19}H^{24}N^4O^5$.

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	58,69	58,76
Hydrogène	6,29	6,18
Azote	14,48	14,43

Ajoutons que l'α-glucoheptulose ne subit pas la fermentation alcoolique. Dans deux essais sur 40^{mg}, dont le second en présence d'un poids égal de glucose, il restait dans le moût, après 48 heures de contact avec de la levure de bière, un pouvoir réducteur correspondant à 39^{mg} et à $38^{mg},5$ de sucre.

De tous ces faits, il résulte que l'α-glucoheptite peut être transformée par oxydation sous l'influence de la bactérie du sorbose en un nouveau sucre réducteur de formule brute $C^7H^{14}O^7$, présentant avec l'α-glucoheptose une étroite parenté. Il est probable, d'après les recherches antérieures sur l'action biochimique de la bactérie du sorbose (2) que ce nouveau sucre est de nature cétonique et qu'il possède l'une des formules développées suivantes (3) :

$$(I)\qquad CH^2OH-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CO-CH^2OH,$$

$$(II)\qquad CH^2OH-CO-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CH^2OH,$$

(1) Déterminé par la méthode de Gab. Bertrand (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, **25**, 1906, p. 1285).

(2) Gab. Bertrand, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, **3**, 1904, p. 181.

(3) Les formes oxydiques naturellement mises à part.

Les expériences en cours permettront prochainement d'éclairer cette question,

M. Pierre Viala fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Recherches sur les maladies de la vigne. Nouvelles observations sur l'*Esca.

NOMINATIONS.

M. H. Lebesgue est désigné pour représenter l'Académie à la célébration du Jubilé professoral de M. Ch. de la Vallée Poussin, le 13 mai 1928, à Louvain.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Fabrication industrielle des porcelaines. Matières premières utilisées et leurs traitements, par Marc Larchevêque. (Présenté par M. Matignon.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *De l'analyse statistique des différences successives d'écarts.* Note [1] de M. Constant Lurquin, présentée par M. Émile Borel.

1. Dans plusieurs travaux antérieurs : *Sur le critérium de Tchebycheff* (*Comptes rendus*, 175, 1922, p. 681; *Sur des algorithmes stables de probabilité* (*Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie de Belgique*, 1926, p. 287); *Sur les valeurs moyennes* (*Mathesis*, Bruxelles, 37, 1923, p. 69), nous avons fait l'étude mathématique de la valeur moyenne d'une ou plusieurs variables éventuelles. Dans les théories modernes de probabilité, cet algorithme se présente comme élément essentiel et fondamental des raisonnements et des résultats.

[1] Séance du 27 décembre 1927.

Soit une variable éventuelle α dont les valeurs possibles $\alpha_i (i = 1, 2, \ldots, \mu)$ ont pour probabilités respectives $p_i (i = 1, 2, \ldots, \mu)$. Par suite, on a la condition

$$\sum_1^\mu {}_i p_i = 1.$$

Les valeurs moyennes absolues V.M des différentes puissances de α sont définies par les relations

$$\text{V.M}(\alpha) = \sum_1^\mu {}_i p_i \alpha_i; \quad \text{V.M}(\alpha^2) = \sum_1^\mu {}_i p_i \alpha_i^2 \ldots \text{V.M}(\alpha^n) = \sum_1^\mu {}_i p_i \alpha_i^n.$$

Dans le cas de la variation continue, les sommes sont remplacées par des intégrales définies appropriées. La valeur moyenne est un paramètre stable au sens du calcul des probabilités.

L'écart moyen quadratique est la valeur moyenne

$$(a) \qquad \text{V.M}(x_i^2)$$

du carré de l'écart absolu simple

$$x_i = \alpha_i - \text{V.M}(\alpha) \qquad (i = 1, 2, \ldots, \mu).$$

2. La présente Note se rapporte aux valeurs moyennes des différences successives d'écarts simples. En considérant les différences premières, on a

$$\Delta\alpha_i = \Delta x_i = \alpha_i - \alpha_{i+1} \quad \text{et} \quad \text{V.M}(\Delta x_i) = 0 \quad [i = 1, 2, \ldots, (\mu - 1)],$$

et l'expression correspondante pour l'écart moyen quadratique,

$$\text{V.M}(\Delta x_i^2) = \sum_1^{\mu-1} {}_i p_i x_i^2 + \sum_2^\mu {}_i p_i x_i^2.$$

Le calcul de cette valeur moyenne est élémentaire, mais ne présente aucun intérêt. Pour rattacher directement les écarts moyens quadratiques, relatifs aux différences successives des écarts x à l'expression canonique de l'écart moyen quadratique normal, il faut adopter un schéma particulier de probabilité.

En considérant l'espérance mathématique [1] $\text{M}(\alpha_i)$ relative à chaque valeur de la variable α, soit une répartition statistique telle que

$$(b) \qquad \text{M}(\alpha_1) = \text{M}(\alpha_2) = \ldots = \text{M}(\alpha_\mu) = \text{const.} = \text{M}(\alpha).$$

(1) Cette notion est donnée par la définition classique : l'espérance mathématique d'une quantité est le produit de cette quantité par la probabilité qui lui correspond.

Dans ce cas, le paramètre de probabilité corrélatif à (a) peut être conçu comme l'espérance mathématique de l'expression

$$\frac{\sum_{1}^{\mu}{}_i[\alpha_i - \mathrm{M}(\alpha)]^2}{\mu} = \frac{\sum_{1}^{\mu}{}_i y_i^2}{\mu} = y^2.$$

D'où l'écart moyen quadratique $\underset{(2)}{\mathrm{E}^2}(\alpha)$ pour le schéma probabilitaire (b)

$$\underset{(2)}{\mathrm{E}^2}(\alpha) = \mathrm{M}(y^2) = \mathrm{M}(\alpha^2) - [\mathrm{M}(\alpha)]^2.$$

Il en résulte

$$\underset{(2)}{\mathrm{E}^2}(\Delta\alpha) = \mathrm{M}\left\{\frac{\sum_{1}^{\mu-1}{}_i[\Delta\alpha_i - \mathrm{M}(\Delta\alpha_i)]^2}{\mu - 1}\right\} = \mathrm{M}\left[\frac{\sum_{1}^{\mu-1}{}_i(y_i - y_{i+1})^2}{\mu - 1}\right] = 2\underset{(2)}{\mathrm{E}^2}(\alpha).$$

Pour les autres différences d'écarts élémentaires, on a la formule générale

$$(c) \qquad \underset{(2)}{\mathrm{E}^2}(\Delta^h\alpha) = \frac{(2h)!}{(h^2)!}\underset{(2)}{\mathrm{E}^2}(\alpha).$$

3. L'hypothèse (b) et celle de l'indépendance mutuelle des valeurs α_i permettent donc de généraliser, d'une manière simple et élégante, la notion d'écart moyen quadratique pour les différences d'écarts d'ordre quelconque.

La formule (c) permet de modifier l'intervalle des limites du théorème de Bienaymé Tchebycheff relatif à la probabilité du module de l'écart simple, inférieur à un multiple de l'écart moyen quadratique. Enfin ce résultat (c) peut être étendu aux séries de quantités fournies par les valeurs de plusieurs variables éventuelles indépendantes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions polygènes d'une variable complexe.* Note de M. Georges Calugaréano.

1. Nous appellerons *fonction polygène* de z une fonction continue telle que

$$f(z) = \mathrm{P}(x, y) + i\mathrm{Q}(x, y),$$

P et Q étant continues et une fois dérivables par rapport à x et y. Cette dénomination est justifiée par la généralisation suivante que nous apportons

à la notion de dérivée : le fait que la dérivée $\lim \frac{\Delta f}{\Delta z}$ dépend de la direction limite de Δz ne nous force pas à dire que cette dérivée *n'existe pas;* elle existe et dépend de cette direction d'une façon très simple. On a, en désignant par φ l'angle limite du segment Δz avec Ox,

$$\frac{df}{dz} = \delta[f] + e^{-2i\varphi}.\rho[f]$$

avec

$$\delta[f] = \frac{1}{2}\left[\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + i\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right)\right],$$

$$\rho[f] = \frac{1}{2}\left[\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial Q}{\partial y} + i\left(\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial y}\right)\right],$$

comme Riemann le remarquait déjà dans sa dissertation inaugurale, sans être conduit aux mêmes conclusions.

Nous appellerons $\delta[f]$ *dérivée moyenne* de f; elle se réduit a $f'(z)$ lorsque $f(z)$ est monogène. La quantité $\rho[f]$, envisagée par M. Pompeiu ([1]) d'un point de vue un peu différent, a été appelée alors *dérivée aréolaire*; elle est identiquement nulle pour toute fonction monogène. Le changement de variables

$$x = \frac{z+\bar{z}}{2}, \qquad y = \frac{z-\bar{z}}{2i} \qquad (\bar{z} = x - iy)$$

est de nature à simplifier beaucoup tous les calculs suivants. On a, en considérant $f(z)$ comme fonction des deux variables complexes z et $\bar{z}$,

$$\delta[f] = \frac{\partial f}{\partial z}; \qquad \rho[f] = \frac{\partial f}{\partial \bar{z}}.$$

Lorsque P et Q sont analytiques en x et y on est conduit à envisager des fonctions analytiques en z et $\bar{z}$. Cette classe est importante par le fait qu'elle jouit de la propriété de quasi-analyticité, en ce sens que, si une telle fonction polygène est connue dans un domaine d'aire non nulle, elle est complètement déterminée dans tout son domaine d'existence. Cette propriété résulte du prolongement analytique dont les séries

$$\sum a_{ij} z^i \bar{z}^j$$

sont susceptibles.

([1]) D. Pompeiu, *Rendiconti del Circolo mat. di Palermo*, 33, 1912, p. 112, et 35, 1913, p. 277.

2. Ces fonctions polygènes analytiques sont susceptibles d'applications à l'intégration des équations différentielles. On a

$$\frac{df}{dz_\varphi} = \frac{\partial f}{\partial z} + e^{-2i\varphi}\frac{\partial f}{\partial \bar{z}}$$

et, par itération,

$$(1) \qquad \frac{d^n f}{dz_\varphi^n} = \left(\frac{\partial}{\partial z} + e^{-2i\varphi}\frac{\partial}{\partial \bar{z}}\right)^{(n)} f.$$

Dès lors, soit

$$(2) \qquad \Phi(z, y, y', \ldots, y^{(m)}) = 0$$

une équation différentielle. Remplaçons $y', \ldots, y^{(m)}$ par leurs expressions (1) et exprimons que l'équation est satisfaite *quel que soit* φ. On obtiendra, selon la forme de Φ, un système fini ou infini de conditions qui seront compatibles si Φ a une forme convenable. L'équation différentielle (2) admettra *des solutions polygènes*. L'existence effective de telles solutions peut être vérifiée très facilement sur l'exemple de l'équation linéaire du second ordre

$$A(z)\,y'' + B(z)\,y' + C(z)\,y + D(z) = 0,$$

qui admet des solutions polygènes, faciles à déterminer complètement, toutes les fois que l'on a

$$B^2 - 4AC = 2\begin{vmatrix} A' & B' \\ A & B \end{vmatrix},$$

A, B, C, D étant monogènes en z.

L'étude générale des équations linéaires prouve que les solutions polygènes de ces équations ont une forme simple; ce sont des polynomes en $\bar{z}$, à coefficients monogènes en z. La considération d'équations non linéaires, algébriques en y', y'', ..., introduit des fonctions moins banales, qui ne sont plus des polynomes en $\bar{z}$.

Nous avons démontré un théorème général, reliant ces solutions polygènes d'une équation différentielle quelconque, à des solutions monogènes de la même équation :

Si $f(z, \bar{z})$, analytique en z et $\bar{z}$ (donc polygène analytiquement en z), satisfait à une équation différentielle, la fonction monogène analytique obtenue par le changement de $\bar{z}$ en $z - C$ est solution analytique en z de la même équation.

La recherche des solutions polygènes d'une équation différentielle est donc de nature à nous fournir des solutions analytiques de la même équation.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des racines des fonctions méromorphes*. Note [1] de M. **Henri Milloux**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Certaines études récentes sur le nombre des racines des fonctions méromorphes ont montré l'importance du passage d'un domaine (couronne circulaire, secteur de couronne, etc.) à un domaine plus petit (cercle, etc.). La proposition suivante, dont la démonstration est immédiate, peut servir de base à ce passage.

I. *Étant donnée une fonction méromorphe dans un domaine* D, *on considère* k *domaines* $C_1, \ldots, C_k$ *tels que tout point intérieur à* D *soit intérieur à l'un de ces domaines. Si, dans* D, *le nombre des racines de l'équation* $f(z) - a = 0$ *est au moins égal à* N, *sauf peut-être pour des valeurs de* a *dont les points représentatifs sur la sphère de rayon un sont intérieurs à deux cercles de rayon* $\frac{1}{10}$, *il existe au moins un domaine partiel* C_i *dans lequel l'équation* $f(z) - a = 0$ *admet au moins* $\frac{N}{k}$ *racines, pour deux valeurs de* a *dont la distance sphérique est supérieure à* $\frac{2}{\sqrt{k}}$.

2. Dans le cas où les C_i sont des cercles, j'ai démontré le théorème suivant :

II. *Dans le cercle concentrique à* C_i *et de rayon quadruple, l'équation* $f(z) - a = 0$ *a au moins* $\alpha \frac{N}{k}$ *racines, sauf peut-être pour des valeurs de* a *dont les points représentatifs sur la sphère de rayon un sont inclus dans deux cercles de rayon inférieurs à* $e^{-\beta \frac{N}{k}}$.

α et β sont des constantes numériques, respectivement supérieures à $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{10}$.

Dans la démonstration de ce théorème, j'utilise les inégalités fondamentales dues à M. R. Nevanlinna, et un théorème de P. Boutroux, limitant le minimum du produit $MP_1 \times MP_2 \times \ldots \times MP_n$ lorsque le point M se trouve à l'extérieur de couronnes circulaires de centre O et entourant les points $P_1 P_2 \ldots P_n$ [2].

(1) Séance du 26 mars 1928.

(2) Je dois à M. G. Valiron l'idée de l'utilisation du théorème de Boutroux. Ma démonstration primitive était basée sur un théorème récent énoncé par M. Henri Cartan; le théorème de Boutroux, moins précis, est suffisant dans cette étude.

3. Dans l'étude d'une fonction méromorphe $f(z)$, la correspondance de la fonction caractéristique $T(r)$, du nombre N et de certaines couronnes circulaires prises comme domaines D, a été fixée par M. Valiron. L'application du théorème II permet de préciser les résultats quantitatifs obtenus récemment [1] par cet auteur, en ce qui concerne les limites inférieures du nombre des racines des équations $f(z) - a = 0$ dans des cercles dont le rapport des rayons aux distances des centres à l'origine tend vers zéro avec les inverses de ces distances. Dans le cas des fonctions méromorphes d'ordre fini par exemple, les limitations inférieures obtenues par application du théorème II sont exactes à un facteur numérique près, ce qui constitue une notable amélioration des limitations dues à M. Valiron.

D'autres résultats nouveaux peuvent être déduits du théorème II en ce qui concerne l'étude des fonctions entières d'ordre fini ρ, dans des secteurs de couronne circulaire d'ouverture supérieure à $\frac{\pi}{\rho}$, entourant certains points où la fonction entière est d'ordre ρ. J'utilise, dans cette étude, une méthode indiquée dans une Note récente des *Comptes rendus* [2] et je précise les propriétés qui ont conduit M. G. Valiron à la démonstration de l'existence de « courbes de M. Borel ».

Enfin, dans le cas d'une fonction méromorphe $f(z)$ d'ordre nul, le théorème II montre l'existence des cercles de remplissage, et fixe une limite inférieure du nombre des racines de l'équation $f(z) - a = 0$, dans le cas où la fonction caractéristique $T(r)$ de $f(z)$ satisfait à la condition

$$\overline{\lim} \frac{T(r)}{(\log r)^2 \varphi(r)} = \infty,$$

$\varphi(r)$ est une fonction de r tendant vers l'infini avec r, moins rapidement que $\log_p r$, quel que soit l'ordre p d'itération du logarithme.

La méthode employée ne permet pas d'arriver tout à fait aux fonctions méromorphes exceptionnelles de M. Ostrowski.

---

(1) G. Valiron, *Recherches sur le théorème de M. Borel dans la théorie des fonctions méromorphes* (*Acta mathematica*, 52, 1928, p. 67-92).

(2) Voir H. Milloux, *Sur la théorie de fonctions entières d'ordre fini* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1436).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des fonctions méromorphes.* Note [1] de M. **Georges Valiron**, présentée par M. Hadamard.

1. M. Milloux vient de compléter certains de mes résultats antérieurs [2] en introduisant le théorème de Boutroux sur le minimum du module d'un polynome. En utilisant cette idée de M. Milloux et le procédé qui m'avait conduit à ces résultats, puis une représentation conforme d'un cercle sur lui-même, j'ai obtenu le théorème suivant qu'on rapprochera de théorèmes de MM. Montel et Ostrowski sur les familles normales :

Si $f(z)$ est méromorphe pour $|z|<1$ et ne prend que n fois au plus les valeurs $0, 1, \infty$, le nombre des zéros de $f(z)-x$ dans le cercle $|z|<r<1$ est moindre que

$$\frac{An+B}{(1-r)^{\alpha}}+\frac{1}{(1-r)^{\beta}}\log\frac{1}{\delta},$$

sauf au plus pour les x représentés sur la sphère de Riemann à l'intérieur d'un cercle $C(r, f)$ de rayon $\delta<1$. A, B, α, β sont des constantes absolues.

On peut prendre $\beta=2$, $\alpha>2$, soit en employant le résultat de Boutroux, soit celui donné récemment par M. Henri Cartan [3].

2. Dans l'application de ce théorème à l'étude des fonctions méromorphes, il y a avantage dans certains cas à modifier ma méthode : on découpe tout le cercle $|z|<R$ (sauf le voisinage de l'origine) en quadrilatères de dimensions εr proportionnelles à la distance r à l'origine, on a environ $\varepsilon^{-2}\log R$ quadrilatères. Ceci permet d'étendre mes résultats aux fonctions méromorphes pour lesquelles

$$\frac{(\log r)^2 \log T(r)}{T(r)}$$

tend vers zéro, sans faire appel à des considérations de croissance.

3. Dans le Mémoire cité plus haut, j'ai donné explicitement des théorèmes (II et XIV) qui peuvent se déduire directement de propositions connues au moyen de représentations conformes. Par exemple, on sait que, si $f(z)$ est holomorphe pour $|z|<1$ et si son module maximum $M(r, f)$

---

(1) Séance du 26 mars 1928.

(2) Voir la Note de M. Milloux qui précède celle-ci et G. Valiron, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 26-28, et *Acta mathematica*, 52, 1928, p. 67-92.

(3) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 624-625.

vérifie la condition

$$(1) \qquad \overline{\lim} (1 - r) \log M(r, f) = \infty,$$

le théorème de M. Picard s'applique. Mais, il existe une direction $\arg z = \gamma$ telle que, dans tout secteur du cercle l'admettant pour bissectrice, la condition (1) est encore réalisée en remplaçant $M(r, f)$ par le maximum restreint au secteur. En représentant un tel secteur sur un cercle, la condition (1) est encore réalisée; *le point* $z_0 = e^{i\gamma}$ *est donc un point singulier de Picard : $f(z)$ prend toute valeur sauf une au plus une infinité de fois dans tout cercle de centre* z_0. Mais la méthode du Mémoire cité montre en réalité qu'il existe *un point singulier de Julia*, avec la suite des petits cercles de remplissage tendant vers ce point, dès que l'ordre moyen de la fonction méromorphe est positif. En combinant des fonctions déduites de fonctions invariantes par la substitution (z, zs) avec une fonction admettant $|z| = 1$ comme coupure mais continue sur cette circonférence, on voit qu'il existe des fonctions prenant une infinité de fois toute valeur dans le cercle unité, mais n'admettant pas de point de Picard; des fonctions avec point de Picard, mais sans qu'il y ait en ce point ce que j'ai appelé ailleurs direction de Picard; des fonctions avec point de Picard muni d'une direction de Picard, mais sans point de Julia.

Des considérations analogues peuvent être développées en ce qui concerne l'exposant de convergence. Ce que j'ai dit ci-dessus montre qu'il y a toujours un point de Borel, d'exposant ρ pour une fonction d'ordre total $\rho > 1$; ce que j'ai dit dans le Mémoire cité s'applique aux points d'exposant $\rho - 1$ munis d'une suite de cercles de remplissage dans lesquels l'exposant est encore $\rho - 1$.

4. Dans le paragraphe 3 d'une Note précédente (185, 1927, p. 1439-1441) j'ai affirmé qu'un théorème énoncé par M. Fatou pouvait être déduit du théorème de Schottky. Ma démonstration est erronée, et la question de savoir si le théorème de M. Fatou a lieu sans restriction dans le cas de l'ordre infini reste pendante.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un point fondamental dans la théorie des séries de Dirichlet.* Note [1] de M. S. **Mandelbrojt**, présentée par M. Hadamard.

On sait combien il est difficile d'étudier la fonction représentée par une série de Dirichlet $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s} (s = \sigma + it)$. Ceci provient de la présence des deux suites de nombres a_n et λ_n. Il est donc avantageux de connaître le rôle que joue chacune de ces suites prise séparément dans l'évaluation des singularités de la série $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$. Nous allons montrer comment dans des cas généraux, on peut ramener l'étude de la série précédente à celle de deux autres dont une est une série de Taylor et l'autre une série de Dirichlet dont tous les coefficients sont des unités.

Je vais commencer par établir le théorème suivant :

Théorème. — *Soit*

$$n \leq \lambda_n < n + 1. \quad (1)$$

Supposons que la fonction

$$f(s) = \Sigma e^{-\lambda_n s}$$

n'admet que des points singuliers dont les projections sur les axes sont isolées et supposons qu'il existe une quantité $\mu < 1$ *telle qu'en excluant les singularités de* $f(s)$ *par des cercles arbitrairement petits on ait*

$$f(\sigma + it) = O(t^{\mu}).$$

Supposons qu'on ait

$$\lim (\lambda_n - n)^{\frac{1}{n}} = 0. \quad (2)$$

Supposons enfin que la série de Taylor

$$\Sigma a_n x^n = \Sigma a_n e^{-ns} \qquad (e^{-s} = x)$$

n'admet que des points singuliers isolés.

En désignant par α *les points singuliers de* $\Sigma e^{-\lambda_n s}$ *et par* β *les points singuliers de* $\Sigma a_n x^n = \Sigma a_n e^{-ns}$ *(dans le plan* s*), alors les seules singularités possibles de* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *sont les combinaisons* $\alpha + \beta$ *et les points* α.

---

[1] Séance du 26 mars 1928.

Comme on sait, le théorème de multiplication des singularités de M. Hadamard ne s'applique pas immédiatement aux séries de Dirichlet ([1]).

J'ai pourtant introduit l'intégrale de la forme

$$\int P(s)\, Q(x-s)\, \frac{ds}{s^{P+1}},$$

où $P(s) = \Sigma a'_n e^{-\lambda_n s}$ et $Q(s) = b_n e^{-l_n s}$ (λ_n et l_n étant des quantités réelles croissantes quelconques), étendue sur une courbe propre aux séries de Dirichlet et qui partant du théorème de Hadamard-Schnee

$$\frac{1}{2\pi i}\int \frac{Q(s)\, e^{l_n s}}{s^{P+1}}\, ds = \sum_{\lambda_m < l_n} (l_n - \lambda_m)^P a'_m$$

devait donner comme je l'ai prévu un théorème semblable au théorème de M. Hadamard concernant les séries de Taylor. Un tel théorème a été démontré par M. Widder à qui j'ai proposé cette méthode ([2]).

J'emploie ce théorème. En outre je suis conduit à l'équation intégro-différentielle

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C \frac{\varphi\left(\frac{x}{z}\right)}{1-\frac{x}{z}}\, \psi(z)\, \frac{dz}{z} - \frac{\varphi'(x)\, x}{1-x} = \theta(x),$$

où $\varphi(x)$ est la fonction inconnue : je demande que si $\psi(z)$ s'annule à l'origine ainsi que $\theta(x)$, toutes les deux holomorphes à l'origine, alors il existe une $\varphi(z)$ holomorphe à l'origine, ici $\psi(z) = \Sigma \lambda_n z^n$, C est une courbe fermée.

D'autre part, d'après (2), on voit que la fonction

$$\sum_{n=1}^{\infty} (\lambda_n - n)\, \rho_n x^n$$

est une fonction entière, où $\Sigma \rho_n x^n = \varphi(x)$.

Ces faits nous permettent de conclure que la fonction $\varphi(x)$ peut être remplacée par $\Sigma a_n x^n$ dans nos considérations.

Le théorème que j'ai énoncé n'est qu'un cas particulier d'un théorème

---

([1]) Voir Soula, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 9e série, 4, 1925, p. 340.

([2]) Voir Widder, *Journal of Math.*, 49, 1927, p. 321; *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1038.

plus général. La condition (1) n'est pas essentielle. Si l'on suppose qu'entre n et $n+1$ il existe k_n termes de la suite λ_m, la série $\Sigma k_n x^n$ interviendra dans la recherche des singularités de la fonction $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$. De même on n'a pas besoin de supposer $\mu < 1$, on serait alors ramené à des équations intégro-différentielles plus compliquées. Mais on peut déjà conclure du théorème énoncé la conséquence :

CONSÉQUENCE IMPORTANTE : *La condition $n < \lambda_n < n+1$ peut évidemment être remplacée par la moins restrictive qu'entre deux entiers consécutifs il a au plus un seul λ_n. D'autre part, la condition (2) peut être remplacée par la suivante $\lim(\lambda_n - n - K)^{\frac{1}{n}} = 0$, $1 > K > 0$.*

La fonction $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ peut alors avoir comme points singuliers au plus les points α, $\alpha+\beta$ et $\alpha + \log\left(\frac{K}{K+1}\right)$ en prenant toutes les déterminations du logarithme.

La condition $\overline{\lim}(\lambda_n - n - K)^{\frac{1}{n}} = A > 0$ suffit pour pouvoir dire que les singularités spécifiées sont les seules possible dans un demi-plan défini par A et la croissance de $\psi(x)$.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur la détermination des efforts internes dans les cylindres circulaires métalliques.* Note (1) de M. **Portevin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La détermination expérimentale des efforts internes longitudinaux dans les cylindres circulaires métalliques a été faite jusqu'à présent en enlevant, par tournages ou alésages successifs, des couches concentriques au cylindre et déterminant les variations de longueur correspondantes.

D'après Heyn et Bauer (2), l'effort longitudinal λ_n dans la couche de rang n se calcule d'après la formule

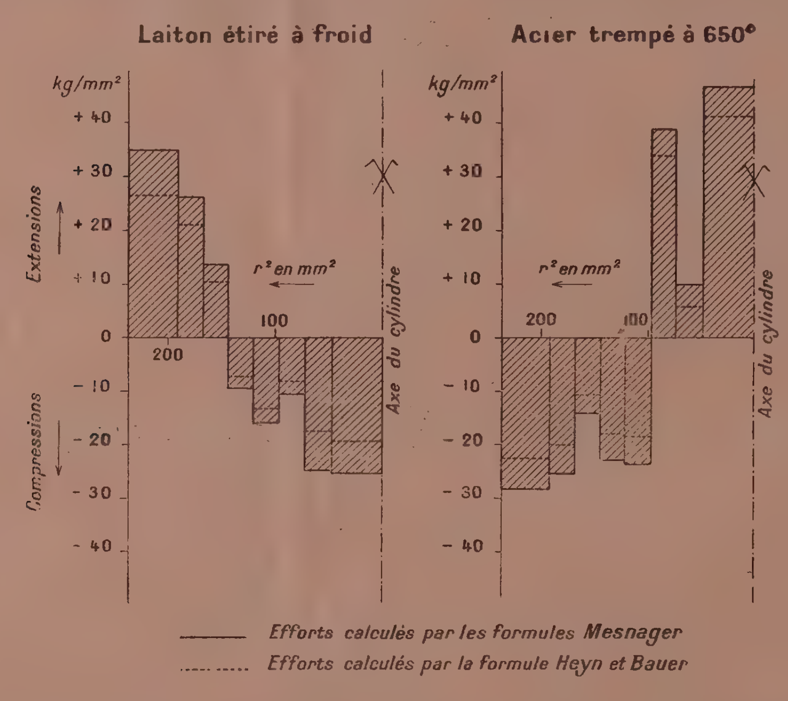
$$\lambda_n - \frac{E}{l_0} \frac{S_n(l_n - l_0) - S_{n-1}(l_{n-1} - l_0)}{S_{n-1} - S_n},$$

l_0 étant la longueur initiale, l_n et S_n la longueur et la section après enlèvement de la $n^{\text{ième}}$ couche, E le module d'Young.

(1) Séance du 26 mars 1928.

(2) Bien antérieurement Kalakoutski avait déterminé d'une manière analogue les tensions circulaires et radiales par mesure des variations de diamètre dans des disques découpés dans les cylindres.

M. Mesnager (1) a signalé que cette méthode de calcul ne tenait pas compte des efforts circulaires γ et radiaux ρ dont la disparition entraîne également des variations de longueur, le coefficient de Poisson σ n'étant pas nul, et il a donné un groupe de quatre équations permettant de déterminer les valeurs *exactes* des efforts internes en mesurant simultanément les variations de longueur et de diamètre extérieur accompagnant l'enlèvement par alésages successifs de couches concentriques au cylindre. De ces



équations, on déduit les formules suivantes utilisables directement pour le calcul des efforts longitudinal λ_n et radial ρ_n, pour la couche de rang n, en adoptant les mêmes notations que précédemment et désignant par D_0 et D_n les diamètres extérieurs initiaux et après enlèvement de la $n^{\text{ième}}$ couche, d_n le diamètre intérieur :

$$\lambda_n = \frac{E}{(1-\sigma^2)(S_{n-1}-S_n)}\left[\left(\frac{l_n-l_0}{l_0}+\sigma\frac{D_n-D_0}{D_0}\right)S_n-\left(\frac{l_{n-1}-l_0}{l_0}+\sigma\frac{D_{n-1}-D_0}{D_0}\right)S_{n-1}\right],$$

$$\rho_n = \frac{E}{2(1-\sigma^2)}\,\frac{D_0^2-d_n^2}{d_n^2}\left[\frac{D_n-D_0}{D_0}+\sigma\frac{l_n-l_0}{l_0}\right].$$

(1) *Comptes rendus*, 169, 1919, p. 1391.

Nous avons procédé de cette façon pour la détermination expérimentale des efforts internes dans des barres de 31^{mm} de diamètre en laiton étiré à froid et en acier trempé à 650°, ce qui, d'après nos déterminations antérieures (¹), fournit deux types de répartition inverse des efforts longitudinaux. Les longueurs ont été mesurées sur quatre génératrices au micron près avec un comparateur à trait; les diamètres extérieurs au demi-micron près sur deux diamètres rectangulaires dans deux sections droites avec un comparateur à bout; toutes ces mesures étant effectuées à $21° \pm 1$.

Les résultats figurant dans le graphique ci-contre montrent que la répartition des efforts internes longitudinaux présente la même allure quelle que soit la méthode de calcul; mais les efforts exacts calculés par les formules de M. Mesnager sont supérieurs en valeur absolue d'environ 30 pour 100 à ceux calculés par la formule d'Heyn et Bauer. Cet écart est notable, quoique de même ordre de grandeur que les variations accidentelles expérimentales que l'on constate parfois d'une couche à l'autre. Il faut donc recourir à la méthode de M. Mesnager toutes les fois que cela est pratiquement possible, mais les comparaisons générales et conclusions qualitatives (²) que l'on déduit des résultats du calcul des efforts par la formule Heyn et Bauer demeurent valables dans les deux cas envisagés : tensions d'étirage et tensions de trempe.

ASTRONOMIE. — *Sur les erreurs dues à l'équation personnelle dans les observations de position angulaire d'étoiles doubles.* Note de M. **Pierre Salet**, présentée par M. Maurice Hamy.

Nous avons indiqué en 1908 (³) une méthode permettant d'éliminer ces erreurs par la combinaison de mesures faites avec et sans prisme de réversion. M. de Glasenapp ayant écrit (⁴) : « Quant aux prismes de réversion, leur emploi diminue, par suite des réflexions, l'éclat des étoiles », nous devons faire remarquer que la diminution d'éclat par suite des réflexions est théoriquement de un dixième (0,11 grandeur stellaire pour un prisme hypoté-

---

(¹) A. Portevin, *Comptes rendus*, **167**, 1918, p. 1033.

(²) A. Portevin, *Comptes rendus*, **167**, 1918, p. 531, 1033; **169**, 1919, p. 955, et **175**, 1922, p. 959.

(³) *Bulletin astronomique*, **25**, 1908, p. 18. Dans le *Journal des Observateurs*, **11**, 1928, p. 1, nous avons étudié les travaux faits depuis vingt ans au sujet de cette méthode.

(⁴) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 681.

nuse d'indice 1,5). Ce chiffre suppose des surfaces propres et bien polies; il suffit pourtant à montrer combien seront rares les cas où l'étoile se trouvera trop près de la limite de visibilité, pour être observée par la méthode du prisme.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Relation entre les oscillations régulières des champs électriques et magnétiques terrestres, et les foyers solaires diamétraux.* Note (¹) de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Deslandres.

L'observation paraît démontrer que des perturbations électriques et magnétiques, caractérisées par des oscillations régulières des champs électriques et magnétiques terrestres, d'une durée totale de 7 secondes environ, se manifestent pendant l'évolution de foyers solaires diamétraux conjugués. Ces foyers, composés de taches et de facules, sont en transformation continuelle, l'accroissement de l'un paraissant correspondre à la diminution de l'autre.

Les oscillations magnétiques furent étudiées à l'aide d'une petite boussole, dont l'aiguille aimantée, de 8^{mm} de longueur, était légère et très mobile. Cette aiguille était orientée dans une direction différente de celle du méridien magnétique, à l'aide d'un aimant directeur. Les oscillations étaient de grande amplitude et facilement observables. Les oscillations électriques furent étudiées à l'aide d'un électromètre à feuille d'aluminium, soigneusement isolé de l'atmosphère extérieure, par une caisse métallique formant cage de Faraday et reliée à la terre. La feuille d'aluminium bien isolée était maintenue sous une charge constante de plusieurs centaines de volts. Les mouvements de cette feuille étaient mesurés à travers une petite fenêtre percée dans la cage de Faraday, au moyen d'une lunette micrométrique. On constate que les élongations de la boussole et de l'électromètre furent parfaitement concordantes, et que leur durée totale fut de 7 secondes environ. Ces instruments furent déjà décrits dans nos recherches antérieures (²); ainsi qu'un magnétographe basé sur un principe analogue à celui de la boussole précédente, et ils sont utilisés d'une façon courante à l'Observatoire

(¹) Séance du 26 mars 1928.

(²) Albert Nodon, *Observations sur l'action électrique du Soleil et de la Lune* (*Comptes rendus*, **145**, 1907, p. 521); *Observations sur les perturbations électromagnétiques terrestres* (*Ibid.*, **163**, 1916, p. 14); *Revue générale des Sciences*, **27**, 1916, p. 422; *Essai d'Astrométéorologie*, 1920, p. 181 à 190; etc.

del Salto à Santiago de Chili où ils permettent d'obtenir, depuis avril 1927 principalement avec le magnétographe à enregistreur photographique, d'importantes indications journalières à l'approche des troubles atmosphériques et sismiques. Nous avons constaté que les principales perturbations électromagnétiques enregistrées au Chili furent semblables à celles enregistrées en France. Ces faits paraissant confirmer une origine commune extra-terrestre de tous ces phénomènes.

Voici le résumé des observations faites de juin à octobre 1927, puis en janvier et en février 1928. En premier lieu, deux foyers conjugués diamétralement opposés persistèrent de la fin de mai au 28 septembre 1927. Ces foyers passèrent au méridien central, dans chacun des deux hémisphères, aux dates suivantes : 25 juin, 11 et 22 juillet, 5 et 19 août, 2 et 14 septembre. L'apparition de chacun d'eux au méridien central, dans l'hémisphère visible, correspondit à la durée d'une demi-révolution solaire. Leur disparition simultanée eut lieu du 25 au 28 septembre. Un second foyer diamétral conjugué apparut du 15 au 30 septembre. D'autres foyers conjugués analogues furent observés du 10 janvier au 25 février 1928. Ces derniers passèrent successivement au méridien central, dans l'hémisphère visible, aux dates du 12 et du 27 janvier, du 8 et du 22 février.

D'autre part les oscillations électriques et magnétiques isochrones furent enregistrées, presque sans interruption, du 26 juin au 26 septembre 1927; des arrêts eurent lieu du 12 au 14 juillet, du 26 au 27 septembre, et les oscillations cessèrent le 28 septembre, date de la disparition des deux foyers diamétraux conjugués. Des oscillations analogues furent observées du 10 janvier au 25 février 1926 avec des interruptions du 15 au 16 et du 17 au 19 février.

Les troubles électromagnétiques les plus importants eurent lieu aux époques de formation et de transformation de foyers passagers, principalement pendant les passages des foyers diamétraux conjugués au méridien central. Ces périodes furent situées à la fin de juin et à la fin de juillet, puis au début et à la fin d'août et pendant presque toute la durée de septembre.

En comparant au moyen de graphiques la position relative des foyers conjugués diamétraux avec les variations des champs électrique et magnétique pendant les périodes précédentes, on constate que les actions électrique et magnétique ont été plus intenses pendant les passages des foyers diamétraux au méridien central, et les actions les plus faibles aux passages simultanés de ces foyers aux bords est et ouest du Soleil. Les troubles les plus importants eurent lieu aux époques précédemment indiquées, correspondant à celles des transformations des foyers passagers.

La propagation des ondes électromagnétiques fut également étudiée pendant les mêmes périodes à l'aide des postes récepteurs radiophoniques. Le graphique représentatif de cette propagation semble indiquer d'étroites relations entre celle-ci, les variations des champs électrique et magnétique et l'évolution des foyers diamétraux conjugués.

Il paraît nécessaire de confirmer ces premiers résultats par de nouveaux, avant d'en tirer des conclusions fermes. Toutefois, il semble qu'on peut admettre provisoirement qu'il paraît exister d'étroites relations entre l'activité des foyers diamétraux conjugués solaires, les variations des champs électrique et magnétique terrestres (caractérisées par des oscillations régulières et concordantes de ces deux champs) et la propagation des ondes électromagnétiques.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la vitesse de propagation de l'attraction.* Note de M. **E. Kogbetliantz**, présentée par M. Hadamard.

L'hypothèse de propagation de l'attraction newtonienne avec une vitesse finie V a été souvent envisagée par les astronomes qui ont essayé d'en tirer des conclusions relatives au mouvement des planètes. En remplaçant, par exemple, la loi de Newton par celles de Weber ou de Riemann avec $V = 180000$ ou 250000 km/sec respectivement, on parvient à expliquer le mouvement du périhélie de Mercure. Le but de cette Note est de proposer une expérience de laboratoire qui permettrait, semble-t-il, de mesurer V, si elle est comparable à la vitesse c de la lumière. Soit donc $V = \alpha c$.

Supposons qu'un élément de masse $dm = \sigma dv$, se trouvant au moment t au point M de coordonnées ρ, θ, z, tourne avec la vitesse angulaire ω autour de l'axe vertical $\overline{OZ}$. L'attraction exercée au moment t par dm sur l'unité de masse placée en un point P de coordonnées $x = 0$, $y = b$, $z = H$ est dirigée suivant la ligne $\overline{PM'}$, M' étant la position qu'occupait dm au moment $t' = t - \Delta t$ et Δt désignant l'intervalle du temps mis par l'attraction pour parcourir la distance $\delta' = \overline{PM'}$. Soient ρ, θ', z les coordonnées de M'; alors $\delta' = \sqrt{(H-z)^2 + \rho^2 + b^2 - 2b\rho\cos\theta'}$.

L'intensité de l'attraction au moment t est égale à $\frac{f\,dm}{\delta'^2}$. On a $\Delta t = \frac{\delta'}{\alpha c}$.

Donc $\theta - \theta' - \omega\Delta t = \frac{\omega\delta'}{\alpha c}$. Le rapport $\frac{\omega}{c}$ étant extrêmement petit, nous allons négliger son carré.

En posant $\delta = \mathrm{PM} = \sqrt{(\mathrm{H}-z)^2+\rho^2+b^2-2b\rho\cos\theta}$, on trouve, à $\frac{\omega^2}{c^2}$ près,

$$\delta' = \delta + \frac{b\omega}{\alpha c}\rho\cos\theta.$$

Les composantes de l'attraction au moment t sont, à $\frac{\omega^2}{c^2}$ près,

$$dX' = \frac{f\sigma\, dv}{\delta'^2}\frac{\rho\cos\theta'}{\delta'} = \frac{f\sigma\, dv}{\delta^3}\left(1 - 3\frac{b\omega}{\alpha c}\rho\cos\theta\right)\left(\rho\cos\theta + \frac{\rho\,\delta\omega}{\alpha c}\sin\theta\right)$$

et similaires pour dY' et dZ'. En les comparant aux composantes dX, ..., de l'attraction non retardée ($\omega = 0$), on en déduit les composantes $d(\Delta X) = dX' - dX$, ..., de l'effet dû à la rotation ω :

$$(1)\quad \begin{cases} d(\Delta X) = \dfrac{f\sigma\omega}{\alpha c}\dfrac{\rho\, dv}{\delta^2}\left(\sin\theta - 3\dfrac{b\rho}{\delta^2}\cos^2\theta\right), \\ d(\Delta Y) = -\dfrac{f\sigma\omega}{\alpha c}\dfrac{\rho\, dv}{\delta^2}\left[\cos\theta + 3\dfrac{b(\rho\sin\theta - b)}{\delta^2}\cos\theta\right], \\ d(\Delta Z) = 3\dfrac{f\sigma\omega}{\alpha c}\dfrac{\rho\, dv}{\delta^2}\dfrac{b(\mathrm{H}-z)}{\delta^2}\cos\theta. \end{cases}$$

Supposons que le corps C qui tourne autour de $\overline{OZ}$ et dont dm est l'élément de masse soit de révolution autour de $\overline{OZ}$. L'intégration par rapport à θ donne $\Delta Y = \Delta Z = 0$. ΔX n'est pas nulle et sa valeur est exprimée par l'intégrale triple

$$\Delta X = -\frac{f\sigma\omega}{2\alpha c}\iiint \frac{\rho\sin\theta\, dv}{\delta^2}.$$

Suspendons au-dessus de C une balance de torsion, le fil de torsion étant sur le prolongement de l'axe de rotation $\overline{OZ}$. Soient m, $2b$, H le poids de deux masses du balancier, la longueur du dernier et la distance des masses au plan XOY. Le couple K, dû à la rotation uniforme du corps C et qui fait dévier le balancier d'un angle φ à partir de la position d'équilibre pour $\omega = 0$, est égal à

$$\mathrm{K} = 2m(x\,\Delta Y - y\,\Delta X) = -2mb\,\Delta X = \frac{mbf\sigma\omega}{\alpha c}\iiint \frac{\rho\sin\theta}{\delta^2}dv.$$

D'autre part, $\mathrm{K} = \tau\varphi$, τ étant le coefficient de torsion du fil, d'où

$$\alpha = \frac{mbf\sigma\omega}{\mathrm{K}c}\iiint \frac{\rho\sin\theta}{\delta^2}dv = \frac{mbf\sigma\omega}{\tau\varphi\, c}\iiint \frac{\rho\sin\theta}{\delta^2}dv.$$

On emploie actuellement pour les balances de torsion du type Eötvös

des fils avec $\tau = 0{,}027$ pour une longueur de 1^{m}. Posons $m = 30^{g}$, $b = 1^{m}$, $\sigma = \frac{22}{3}$ (densité de l'acier), $\omega = 100\,\pi$ (3000 tours par minute). On a $c = 3.10^{10}$ et $f = \frac{2}{3}\,10^{-7}$. Soit l la longueur du fil de torsion en mètres. Alors $\frac{mbf\sigma\omega}{\tau c} = 0{,}57.l.10^{-9}$. Si la partie optique est celle employée couramment par les constructeurs des balances d'Eötvös (deux réflexions) et si l'unité de l'échelle est le quart de millimètre, le rayon lumineux parcourant après la dernière réflexion au miroir du fléau d mètres, on trouve pour le déplacement linéaire D du spot lumineux observé $D = 1{,}6.10^{4}.d.\varphi$. Par conséquent

$$\alpha = 0{,}9.10^{-5}\frac{d.l}{D}\int\int\int\frac{\rho\sin\theta}{\delta^2}\,dv = 0{,}9.10^{-5}\frac{d.l}{D}\,I,$$

les longueurs l et d étant exprimées en mètres. Pour un corps C cylindrique de rayon R, de hauteur h et dont l'axe coïncide avec $\overline{Oz}$, on a

$$I = \frac{\pi}{2b}\int_0^h f(z)\,dz,$$

où

$$f(z) = \sqrt{(R^2 - b^2)^2 + 2(R^2 + b^2)(z - H)^2 + (z - H)^4} - [R^2 + b^2 + (H - z)^2]$$
$$+ 2b^2 \log\frac{R^2 - b^2 + (H - z)^2 + \sqrt{(R^2 - b^2)^2 + 2(R^2 + b^2)(H - z)^2 + (H - z)^4}}{2(H - z)^2}.$$

Pour $R = 4^{m}$, $h = 50^{cm}$, $H = 55^{cm}$ et $b = 1^{m}$, on trouve facilement que

$$I > 1{,}7.10^{5}.$$

Donc, pour une masse de $\pi R^2 h\sigma = \pi\sigma\,400^2.50^{g} = 184$ tonnes environ, l'effet D ne serait pas inférieur à $1{,}5\,\frac{d.l}{\alpha} = 1{,}5\,\frac{d.l}{\alpha}$ (divisions de l'échelle).

Si l'on réalise une balance de torsion avec $d = l = 4^{m}$ on peut espérer de mesurer la vitesse $V = \alpha c$ dans les cas où $\alpha \leq 48$. Observons que les gyroscopes employés dans les grands bateaux comme antiroulis ont des masses supérieures à 184 tonnes et tournent avec des vitesses de l'ordre de $\omega = 100\,\pi$. Nous n'insistons pas sur les précautions évidentes à prendre pour assurer une température constante et l'absence des trépidations pour la balance de torsion.

TÉLÉPHONIE. — *Sélection des communications de départ et d'arrivée dans les réseaux téléphoniques à batterie centrale*. Note (¹) de MM. **Conti, de la Ville le Roulx** et **Coret**, présentée par M. Rateau.

Dans les réseaux téléphoniques à batterie centrale, simple ou intégrale, à commutation manuelle ou automatique, la signalisation des communications allant d'un poste particulier vers l'organe commutateur est basée sur l'existence *permanente* d'une différence de potentiel *continue* aux bornes de la ligne qui les relie, tandis que la signalisation des communications établies en sens inverse repose sur l'envoi d'un courant alternatif dans cette ligne; l'agencement du poste récepteur suivant le système de la séparation des circuits rendant compatibles ces deux procédés.

Il résulte de cette différence, qui constitue l'une des caractéristiques des systèmes à batterie centrale, que le processus des courants dans la ligne n'est pas le même suivant qu'il s'agit d'une communication de départ ou d'une communication d'arrivée; d'où la possibilité, par l'utilisation d'un organe approprié, d'une sélection entre ces deux catégories de communications.

Le dispositif propre à assurer cette sélection sera, d'une manière générale, un relais dont l'organe meneur obéira seulement au courant alternatif (et, par suite, ne sera mis en action que par les communications d'arrivée) et dont l'organe mené opérera une commande appropriée au but poursuivi.

Un tel dispositif pourra être employé, par exemple, pour obtenir, dans les installations dont la faible importance ne justifie pas l'emploi d'un standard, un aiguillage des appels du réseau vers un poste secondaire spécialisé dans leur réception en en affranchissant le poste principal.

Ajoutons que, par une conception adéquate de l'organe meneur du relais limitant ses conditions de fonctionnement, il serait en outre possible d'obtenir que seules fussent reçues les communications pour lesquelles l'appel serait effectué sous une forme préalablement arrêtée; méthode de protection susceptible de recevoir des applications dans les réseaux de sécurité utilisant des systèmes à batterie centrale.

Dans le domaine courant, l'application pratique d'un dispositif reposant sur le principe de sélection exposé précédemment est illustrée par la réalisation industrielle d'un appareil permettant le verrouillage *unilatéral* des

(¹) Séance du 26 mars 1928.

postes téléphoniques particuliers. La plus intéressante particularité de cet appareil consiste dans l'emploi conjugué d'un relais électromagnétique, conçu pour que son introduction dans les circuits téléphoniques n'apporte aucune perturbation dans la propagation des courants qui y circulent, et d'un tube contacteur à mercure, à rupture retardée, de réalisation très simple.

En résumé il est possible, dans tous les réseaux téléphoniques à batterie centrale, d'effectuer sur les lignes desservant les postes particuliers une sélection des communications d'après le sens dans lequel elles sont établies, et parmi celles qui émanent de l'organe de commutation, d'après la forme de l'appel qui les précède.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la réversibilité d'une réaction provoquée par l'étincelle ou le courant électrique.* Note de MM. **Pierre Jolibois**, **Henri Lefebvre** et **Pierre Montagne**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Dans une série de Notes précédentes [1], nous avons montré que l'étincelle électrique provoque une décomposition limitée du gaz carbonique à basse pression. Nous avons également comparé la dissociation thermique de ce composé à sa décomposition par les étincelles. Pour voir si l'assimilation complète de ces deux phénomènes était légitime, il importait d'étudier en outre la réversibilité du second; il fallait voir si, dans des conditions électriques identiques, la limite de décomposition du gaz carbonique était la même que la limite de combinaison d'un mélange formé de deux molécules d'oxyde de carbone et d'une molécule d'oxygène, les pressions initiales étant choisies de manière que les pressions finales soient égales.

Nous avons donc introduit dans un tube muni de deux électrodes de l'anhydride carbonique sous la pression de 17^{mm}, et nous y avons fait jaillir l'étincelle de décharge d'un condensateur de 0,1 microfarad. Après le passage de 1000 étincelles environ, la limite de décomposition était atteinte, et égale à 74 pour 100 (voir Tableau).

---

[1] *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 608; **182**, 1926, p. 1026 et 1145; **183**, 1926, p. 784; **184**, 1927, p. 323 et 522.

TABLEAU I.

Nombre d'étincelles Capacité 0,1 microfarad.	$CO + O$ (25mm) fraction non combinée.	CO^2 (17mm) fraction dissociée.
20	92 %	2,5 %
50	87	6,5
100	82	13
200	76	26
500	74	57
800		72
1000		74

Nous avons d'autre part recommencé exactement la même expérience après avoir rempli le tube d'un mélange d'oxyde de carbone (2^{mol}) et d'oxygène (1^{mol}) à la pression de 25^{mm}, correspondant sensiblement à la décomposition complète du même volume de gaz carbonique sous la pression initiale de 17^{mm}. Après passage de 500 étincelles, il reste 74 pour 100 du mélange non combinés. On peut considérer que la limite est alors atteinte (voir Tableau I). La réversibilité du phénomène est donc parfaite.

L'étude de l'action du courant continu conduit à la même conclusion. Que l'on introduise dans le tube du gaz carbonique sous la pression de 9^{mm}, ou le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène sous la pression de 15^{mm}, un courant de 350 microampères provoque une dissociation ou une combinaison partielle dont la limite commune, atteinte dans les deux cas après 200 minutes environ, correspond à un taux de dissociation du gaz carbonique de 32 pour 100 (voir Tableau II).

TABLEAU II.

Durée du passage du courant en minutes.	$CO + O$ (15mm) fraction non combinée.	CO^2 (9mm) fraction dissociée.
25	72 %	13 %
50	55	21
100	39	28
150	35	31
200	33	32

Il faut remarquer qu'à ces faibles pressions, la combinaison sous l'influence des étincelles ou du courant continu du mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène se produit d'une manière très progressive. Il faut, pour arriver à

la limite de combinaison, fournir une quantité d'énergie importante. Le phénomène ne se présente pas comme un allumage instantané de ce mélange thermodynamiquement instable, mais comme une combinaison lente dans laquelle l'étincelle sert à détruire les frottements chimiques.

Ces expériences mettent en évidence le double rôle que peuvent jouer l'étincelle et le courant électriques dans les réactions chimiques :

1° un rôle de catalyseur pour ramener à la stabilité les systèmes instables;

2° un rôle de transporteur d'énergie pour faire évoluer un système stable vers un état moins stable.

On voit, dans les cas que nous avons considérés, que pour des conditions électriques données et des pressions initiales correspondantes, les deux phénomènes tendent vers une limite commune.

En rapprochant ces résultats de ceux que nous avons publiés antérieurement relatifs à l'influence de la capacité du circuit de décharge sur la limite de dissociation du gaz carbonique, on arrive à une conclusion que nous avons vérifiée expérimentalement.

Si, dans un tube contenant le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, on fait jaillir l'étincelle de décharge d'un condensateur de grande capacité, la combinaison est faible ; au contraire, une étincelle continue correspondant à un courant de faible intensité provoque, pour une même dépense d'énergie, une combinaison bien plus importante (voir Tableau III).

En dissipant 380 joules dans un tube contenant le mélange considéré à la pression de $3^{mm},3$, on combine 17 pour 100 par les décharges d'un condensateur de 15 microfarads, tandis qu'on en combine 38 pour 100 par passage d'un courant continu de 350 microampères correspondant à la même énergie utilisée.

Tableau III. — *Combinaison du mélange* CO + O (*pression :* $3^{mm},3$) *sous l'influence du courant continu ou de l'étincelle condensée.*

Joules dissipés.	Fraction combinée: Courant continu 350 microampères.	Étincelles condensées: 5 microfarads.	15 microfarads.
125	15 %	9 %	6 %
250	26	16	12
380	38	21	17

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'influence de la température sur la formation de l'onde explosive*. Note de M. **P. Laffitte**, transmise par M. H. Le Chatelier.

J'ai déjà étudié l'influence de la température sur la *propagation* de l'onde explosive [1]. Dans ces recherches le mélange gazeux était enflammé, par une étincelle électrique, dans un tube à la température ordinaire dans lequel se formait l'onde explosive. Celle-ci se propageait ensuite dans un tube chauffé. Dans les recherches rapportées dans la présente Note, le mélange gazeux était directement allumé, par une étincelle électrique, dans le tube chauffé. La formation de l'onde était étudiée dans ce tube même par la méthode d'enregistrement photographique déjà décrite [2]. Le chauffage était réalisé électriquement, par la même méthode que celle employée dans les recherches sur l'influence de la température sur la propagation de l'onde explosive.

Les expériences ont porté sur les mélanges d'hydrogène et d'oxygène ($2H^2 + O^2$) et de méthane et d'oxygène ($CH^4 + 2O^2$), à la pression atmosphérique et à des températures variant depuis la température ordinaire jusqu'à 350°. Dans tous les cas on mesurait, sur les photographies obtenues, la longueur au bout de laquelle s'établissait l'onde explosive (longueur de combustion). Les tubes de verre avaient une longueur de 100^{cm} et un diamètre intérieur de 13^{mm}.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

Mélange $2H^2 + O^2$.		Mélange $CH^4 + 2O^2$.	
Température initiale (en °C.).	Longueur de combustion (en cm).	Température initiale (en °C.).	Longueur de combustion (en cm).
15 ...	60	15 ...	55
120-130...	73	160-180...	74
160-180...	78	290-310...	90
300-320...	Pas d'onde explosive (tube de 100^{cm} de longueur)	340-360...	Pas d'onde explosive (tube de 100^{cm} de longueur)
340-360...	Pas d'onde explosive (tube de 100^{cm} de longueur)		

Les photographies reproduites ici se rapportent au mélange $CH^4 + 2O^2$. La première (*fig.* 1) a été obtenue à la température ordinaire; l'onde explosive se forme dans ce cas à 55^{cm} de l'étincelle d'allumage. La seconde

---

(1) *Ann. de Phys.*, 10e série, 4, 1925, p. 639.

(2) *Ann. de Phys.*, 10e série, 4, 1925, p. 605.

(*fig.* 2) a été obtenue à 280-300°; l'onde explosive se forme à 90^{cm} de l'étincelle d'allumage. Dans les deux cas on voit très nettement l'onde rétrograde, lancée en arrière, au moment de la naissance de l'onde explosive. Les stries que l'on voit sur la seconde photographie proviennent des fils d'attache de la matière calorifuge qui entourait le tube de verre sur la plus grande partie

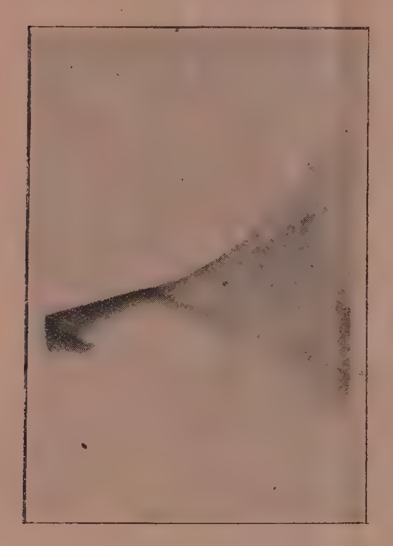


Fig. 1.



Fig. 2.

de sa circonférence, de manière à laisser seulement une fenêtre horizontale du côté faisant face à l'objectif photographique.

De ces expériences on peut conclure qu'*une élévation de la température initiale d'un mélange gazeux combustible retarde la formation de l'onde explosive*. Ce résultat peut être rapproché de celui obtenu en étudiant l'influence de la pression : l'augmentation de la pression initiale facilite la formation de l'onde explosive [1]. Dans les deux cas l'accroissement de densité du mélange gazeux produit le même effet.

En outre dans les expériences précédentes nous avons noté que, plus la température initiale est élevée, moins le mélange est lumineux. De même les effets de l'explosion sont moins intenses aux températures élevées qu'à la température ordinaire : le tube de verre, qui est complètement brisé à la température ordinaire, n'est brisé que sur les 20 derniers centimètres

---

(1) Dumanois et Laffitte, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 284.

dans les expériences à 300°, et est retrouvé intact, après l'explosion, dans les expériences à 350°. Quant au bruit de l'explosion qui est relativement fort à la température ordinaire, il est très faible lorsque la température initiale est de 350°. D'une manière générale, *l'élévation de la température produit les mêmes effets qu'une dilution du même mélange gazeux initial* par un gaz inerte.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la lumière sur les dérivés diazoïques.* Note (¹) de MM. **A. Seyewetz** et **D. Mounier**, transmise par M. V. Grignard.

Les dérivés diazoïques sont tous décomposés à des degrés variables par la lumière solaire ainsi que par les rayons ultraviolets, mais on ignorait jusqu'ici les conditions qui favorisent, retardent ou empêchent cette réaction, ainsi que la nature des produits qui prennent naissance dans cette décomposition.

Nous avons étudié l'action des rayons ultraviolets sur des solutions de diazoïques placées dans des tubes minces en verre « Pyrex » qui absorbe faiblement les rayons ultraviolets.

Dans nos premiers essais, nous avons choisi comme type de diazoïque l'*acide diazosulfanilique* qui peut être obtenu facilement à l'état pur et sec et qui est stable à la température ordinaire. La marche de la décomposition était suivie en mesurant le volume d'azote dégagé après des durées d'exposition croissantes, et en évaluant la quantité de diazoïque restant dans la solution par le volume d'azote recueilli après ébullition.

Nos expériences ont d'abord porté sur 20^{cm^3} d'une solution à 4 pour 1000 d'*acide diazosulfanilique*. Un essai témoin, préservé de l'action de la lumière, était maintenu à la même température. Les mesures, effectuées à des intervalles de temps suffisants pour avoir des quantités d'azote appréciables, nous ont montré que le dégagement gazeux est sensiblement proportionnel à la durée d'insolation jusqu'à ce qu'il corresponde à 90 pour 100 environ du diazoïque initial.

A ce moment, il n'existe plus de diazeïque dans la solution, la fraction déficitaire ayant servi vraisemblablement à former une matière colorante par copulation avec le phénol produit dans la décomposition.

Nous avons étudié l'influence de l'acidité ou de l'alcalinité sur la vitesse

(¹) Séance du 26 mars 1928.

de décomposition du diazoïque en opérant sur des solutions d'*acide diazosulfanilique* et de *diazonaphtolsulfonate de sodium* (1.2.4) à des degrés d'acidité et d'alcalinité variables. Ces essais nous ont montré que pour les pH inférieurs à 7. c'est-à-dire pour une réaction acide de la solution, celle-ci présente une grande sensibilité à la lumière, tandis qu'elle est relativement stable à la chaleur. Par contre si le pH est supérieur à 7 (réaction alcaline) la sensibilité à la lumière devient très faible, tandis que la sensibilité à la chaleur est fortement augmentée.

Les essais de décomposition par des rayons ultraviolets à différentes températures (35, 56, 80 et 100°) nous ont conduits à des résultats analogues. La sensibilité augmente peu avec la température, mais lorsqu'on se rapproche de la limite de décomposition du diazoïque par la chaleur, l'action de celle-ci devient prépondérante et celle de la lumière est alors très faible.

Nous avons examiné, d'autre part, si, de même que pour l'action de la chaleur, les substitutions électronégatives dans le noyau aromatique exercent une influence protectrice sur la sensibilité à la lumière.

Ces essais montrent que les radicaux électronégatifs, introduits dans le noyau, exercent, pour les radiations ultraviolettes, un effet inverse de celui qu'ils produisent vis-à-vis de l'action de la chaleur. On peut, en effet, classer comme suit les différents diazoïques dérivés de l'aniline et de ses produits de substitution en para, par ordre de sensibilité décroissante aux rayons ultraviolets :

$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} N \\ O \end{matrix} \right\rangle N$, (1) Paraoxydiazobenzène (anhydride).

$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} N \\ SO^3 \end{matrix} \right\rangle N$, (2) P-sulfodiazobenzène (anhydride).

$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} N \\ CO^2 \end{matrix} \right\rangle N$, (3) P-carboxydiazobenzène (anhydride).

$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} N = N - Cl \\ Cl \end{matrix} \right.$, (4) P-chlordiazobenzène (chlorure).

$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} N = N - Cl \\ NO^2 \end{matrix} \right.$, (5) P-nitrodiazobenzène (chlorure).

$C^6H^5 - N = N - Cl$. (6) Diazobenzène (chlorure).

Il semble, en outre, que l'anhydrification entre le groupement diazoïque et le radical substitué favorise l'instabilité à la lumière. D'autre part, il est à remarquer que la décomposition, qui est totale dans les deux premiers cas, n'est que partielle dans les autres. On arrive à un état d'équilibre au

---

(1) Ces températures ont été obtenues en opérant dans la vapeur d'éther, d'acétone, de benzine et d'eau.

delà duquel la lumière ne produit plus de dégagement d'azote appréciable.

Nous avons examiné si la position du groupement substitué a une influence sur la décomposition due à la lumière en utilisant dans ces essais l'*ortho*, la *méta* et la *paradiazonitraniline*. On a obtenu dans les trois essais sensiblement le même volume d'azote dégagé, ainsi que la formation d'un composé brun insoluble. Nous avons enfin déterminé la nature des produits qui prennent naissance dans les décompositions précédentes. Pour l'*acide sulfanilique*, le *paraminophénol* et le *chlorure de diazobenzène*, les produits formés sont les mêmes que dans la décomposition par la chaleur, c'est-à-dire dégagement d'azote et formation du phénol correspondant.

Avec le dérivé diazoïque de l'*acide paraminobenzoïque*, nous avons obtenu un composé de couleur brune d'où nous avons isolé l'*acide paraoxybenzoïque* $C^6H^4\begin{cases}OH & (1)\\COOH & (4)\end{cases}$ et de l'*acide parachlorobenzoïque* $C^6H^4\begin{cases}Cl & (1)\\COOH & (4)\end{cases}$ en quantités à peu près égales.

Enfin, avec les *nitranilines*, le précipité brun qui prend naissance est insoluble dans la plupart des solvants organiques. Nous avons pu toutefois le faire cristalliser dans un mélange à parties égales de nitrobenzène et d'alcool. Il renferme des groupements nitrés et sa teneur en azote, qui est de 10,7 pour 100, correspondrait à celle d'un oxyde de phényle dinitré

$$\begin{matrix} C^6H^4\langle^{NO^2} \\ \diagdown \\ O \\ \diagup \\ C^6H^4\langle_{NO^2} \end{matrix}$$

provenant de l'anhydrification de 2^{mol} de nitrophénol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transposition moléculaire dans la série du cycloheptane*. Note [1] de M. **Marcel Godchot** et Mlle **G. Cauquil**, présentée par M. Charles Moureu.

Dans une récente Communication [2], nous avons indiqué que l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur l'α-chlorocycloheptanol donnait naissance au méthylcyclohexylcarbinol, $C^6H^{11}.CHOH.CH^3$, par suite d'une transposition moléculaire rompant le cycle en C^7 et le ramenant à un cycle en C^6.

Nous avons tenu à généraliser ce fait assez curieux en mettant en œuvre,

---

(1) Séance du 26 mars 1928.

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 375.

à la place de CH^3MgI, le bromure de phénylmagnésium, toujours en présence de l'α-chlorocycloheptanol et en suivant la même technique. Si la réaction s'accomplit, suivant le même mécanisme, nous devons obtenir le phénylcyclohexylcarbinol, $C^6H^{11}.CHOH.C^6H^5$; l'expérience a très nettement démontré qu'il en était bien ainsi.

En effet, nous avons isolé, avec un bon rendement, parmi les produits de la réaction, un alcool bouillant vers 160°-162° sous 15^{mm}; régénéré de son phtalate acide (P.F. 163°), cet alcool cristallise et fond à 48°-49°; sa phényluréthane est fusible à 146°-147°.

Pour identifier cet alcool et bien montrer qu'il était identique au phénylcyclohexylcarbinol, obtenu pour la première fois par MM. Sabatier et Mailhe (1) par action de l'aldéhyde benzoïque sur $C^6H^{11}MgCl$, nous avons préparé à nouveau cet alcool. Il est fusible à 49° (MM. Auwers et Troppmann indiquent 50°). Sa phényluréthane est fusible à 146°-147° et son phtalate acide à 163°. Il y a donc identité d'autant plus certaine entre l'alcool issu de l'α-chlorocycloheptanol et le phénylcyclohexylcarbinol que le mélange des alcools des deux origines, des deux phtalates et des deux phényluréthanes fondent toujours au même point.

Nous avons isolé aussi dans notre réaction une certaine quantité d'un carbure éthylénique, $C^{13}H^{16}$, bouillant vers 140-141°, sous 15^{mm} et résultant de la déshydratation partielle de l'alcool; ce carbure a déjà été signalé par MM. Sabatier et Mailhe et étudié par MM. Auwers et Troppmann (2).

Dans notre précédente Communication (3), nous avions indiqué que la transposition moléculaire qui fournit un corps possédant un cycle en C^6, en partant d'un composé ayant un cycle en C^7, pouvait peut-être s'expliquer par un certain mécanisme. Depuis, M. Tiffeneau, très aimablement, et nous tenons à l'en remercier ici, a bien voulu nous faire savoir qu'il était beaucoup plus normal de croire que le mécanisme de transposition était le suivant :

$$\begin{array}{l} CH^2-CH^2-CH^2 \\ |\qquad\qquad\qquad | \rangle CHO\,MgI \\ CH^2-CH^2-CH\,Cl \end{array} \rightarrow MgICl + \begin{array}{l} CH^2-CH^2-CH^2 \\ |\qquad\qquad\qquad | \\ CH^2-CH^2-CH-CHO. \end{array}$$

L'aldéhyde hexahydrobenzoïque qui aurait pris ainsi naissance réagirait

(1) *Comptes rendus*, **139**, 1904, p. 343.
(2) *Berichte der Deutsch. chem. Ges.*, **48**, 1915, p. 1220.
(3) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 376.

ensuite sur la deuxième molécule d'organomagnésien pour donner normalement $C^6H^{11}.CHOH.R$. M. Tiffeneau [1] a en effet démontré que par action du nitrate d'argent sur l'iodhydrine du cyclohexène on obtenait l'aldéhyde cyclopentanique. Nous sommes donc portés à croire que le mécanisme de transposition conseillé par M. Tiffeneau est probablement celui qu'il convient d'adopter dans ce cas et nous pensons pouvoir le vérifier.

Enfin, s'inspirant des résultats obtenus par nous, MM. Vavon et Mitchovitch [2] viennent de démontrer que, par l'action du chlorure de cyclohexyle sur l'*o*-chlorocyclohexanol, ou sur l'oxyde de cyclohexène, on obtenait le cyclopentylcyclohexylcarbinol et non un *o*-cyclohexylcyclohexanol, par suite d'une rupture du cycle en C^6. Avant l'annonce de ce fait intéressant, et à la suite de ceux découverts par nous, nous avions déjà entrepris de nouvelles recherches afin de savoir si l'un de nous en collaboration avec M. Bedos [3], n'aurait pas attribué à tort la constitution d'un orthométhylcyclohexanol (cis) au produit résultant de l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur l'oxyde de cyclohexène? Nous espérons faire connaître bientôt nos résultats.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les semicarbazides substituées en 1 et en 2. Benzyl-1-semicarbazide et benzyl-2-semicarbazide.* Note [4] de MM. **J. Bougault** et **J. Leboucq**, présentée par M. Charles Moureu.

L'hydrazine réagissant, à l'état de sel, sur le cyanate de potassium donne, comme on sait, la semicarbazide :

$$NH^2.NH^2.HCl + CNOK = ClK + \underset{1}{NH^2}.\underset{2}{NH}.\underset{3}{CO}.\underset{4}{NH^2},$$

en employant un excès de cyanate, la semicarbazide réagit à son tour, suivant le même mécanisme, pour donner l'hydrazodicarbonamide :

$$HCl.NH^2NH.CONH^2 + CNOK = ClK + NH^2.CO.NH.NH.CONH^2.$$

Dans ces deux réactions, le cyanate se fixe sur un groupement NH^2.

(1) *Comptes rendus*, 159, 1914, p. 771.
(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 702.
(3) *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 461; et *Bull. Soc. ch. France*, 37, 1925, p. 1458.
(4) Séance du 26 mars 1928.

C'est encore le même mode d'action qui intervient lorsque, comme l'a indiqué Fischer [1], on fait réagir un sel de phénylhydrazine sur le même réactif; on a la phényl-1-semicarbazide $C^6H^5.NH.NH.CO.NH^2$. Depuis, d'autres semicarbazides du même type ont été préparées [2] (tolyl-1-, naphtyl-1-, etc.).

Dans toutes ces réactions, on voit que le cyanate porte toujours son action sur le groupe NH^2 de l'hydrazine qui lui est opposée. Par analogie, on pouvait donc prévoir que les autres hydrazines substituées, telles que la méthylhydrazine, l'éthylhydrazine, etc., donneraient, dans les mêmes conditions, des semicarbazides substituées en 1. Aussi, lorsqu'il effectua cette réaction, Brüning [3] adopta-t-il sans contrôle la formule $CH^3NH.NH.CONH^2$ pour le corps obtenu, c'est-à-dire qu'il crut être en présence de la méthyl-1-semicarbazide.

Cependant, quelques années plus tard, Young et Oates [4], par une étude plus approfondie, montrèrent que cette méthylsemicarbazide était en réalité la méthyl-2-semicarbazide; en effet, elle fournit avec les aldéhydes et les cétones des semicarbazones, réaction impossible avec les semicarbazides-1.

On voit donc que le processus de la formation d'une semicarbazide substituée semble conditionnée par la nature du groupe substitué de l'hydrazine; il est probable qu'ici, comme dans beaucoup de cas en chimie organique, c'est le caractère plus ou moins électronégatif du substituant qui influence la réaction.

En nous basant sur les expériences précédentes, on peut conclure que les groupements électronégatifs (phényl, tolyl, etc.) orientent l'action du cyanate sur le groupe NH^2, le groupe NH restant n'étant plus susceptible de réagir, tandis que les groupes moins électronégatifs (méthyl, éthyl, etc.) déterminent la fixation du cyanate d'abord sur le groupe NH, le groupe NH^2 pouvant ensuite entrer en réaction pour donner une hydrazodicarbonamide substituée.

S'il en est ainsi, on doit s'étonner que Curtius ait obtenu, par action du cyanate de potassium sur la benzylhydrazine, une benzyl-1-semicarbazide ainsi qu'il l'annonce [5]; en effet le groupe benzyl est beaucoup plus rap-

---

(1) E. Fischer, *Liebig's Ann.*, **190**, 1877-1878, p. 113-114.

(2) A. Pinner, *D. Ch. G.*, **21**, 1888, p. 1221-1223. — G. Young et B.-M. Stockwell, *Chem. Soc.*, **73**, 1898, p. 368.

(3) Brüning, *Liebig's Ann.*, **253**, 1889, p. 10-11.

(4) G. Young et W.-H. Oates, *Chem. Soc.*, **79**, 1901, p. 659-668.

(5) Th. Curtius, *Journ. prakt. Ch.*, 2e série, **62**, 1900, p. 97.

proché, comme activité réactionnelle, du groupe aliphatique que du groupe arylique.

Nous avons tenu à vérifier ce fait et, pour cela, nous avons repris le travail de Curtius.

Partant de la benzaldazine ([1]) $C^6H^5CH = NN = CHC^6H^5$, nous avons obtenu par hydrogénation la benzylalbenzylhydrazone ([2])

$$C^6H^5CH^2NH - N = CHC^6H^5$$

qui, hydrolysée en milieu chlorhydrique, conduit au chlorhydrate de benzylhydrazine ([3]).

La semicarbazide correspondante est obtenue en mélangeant deux solutions concentrées et chaudes de chlorhydrate de benzylhydrazine et de cyanate de potassium, elle fond à 135°.

Pour décider du point qui nous intéressait nous nous sommes appuyés sur les deux réactions suivantes :

1° Les semicarbazides substituées en 2 donnent avec les aldéhydes et les cétones de semicarbazones, les semicarbazides substituées en 1 ne réagissent pas.

2° En présence d'un excès de cyanate de potassium, les semicarbazides substituées en 2 donnent une hydrazodicarbonamide correspondante, insoluble dans l'eau et à point de fusion généralement élevé, les semicarbazides substituées en 1 ne donnent pas cette réaction.

Or, avec la benzylsemicarbazide de Curtius ces deux réactions ont été positives, montrant, sans doute possible, que nous avions affaire à la benzyl-2-semicarbazide.

a. Avec la benzaldéhyde, nous avons obtenu la benzalbenzylsemicarbazone $C^6H^5CH^2N(CONH^2)N = CHC^6H^5$, P. F. = 159°,5-160°, régénérant par hydrolyse de la benzaldéhyde.

b. Avec le cyanate de potassium en excès il s'est formé la benzylhydrazodicarbonamide $C^6H^5CH^2N(CONH^2)NHCONH^2$, P. F. = 256°.

Conclusion. — La benzylsemicarbazide de Curtius, fondant à 135°, n'est pas la benzyl-1-semicarbazide mais la benzyl-2-semicarbazide. Ce fait,

---

([1]) Th. Curtius et R. Jay, *Journ. prakt. Ch.*, 2e série, 39, 1889, p. 44-46.

([2]) Th. Curtius, *Journ. prakt. Ch.*, 2e série, 62, 1900, p. 90-92. — Th. Curtius et E. Quequenfeldt, *D. Ch. G.*, 28, 1895, p. 2345-2348. — A. Wohl et C. Œsterlin, *D. Ch. G.*, 33, 1900, p. 2736-2741.

([3]) Th. Curtius et A. Darapsky, *Journ. prakt. Ch.*, 2e série, 63, 1901, p. 431-433.

joint à ceux déjà connus, confirme l'interprétation donnée plus haut au sujet de la formation des semicarbazides substituées : c'est le caractère plus ou moins électronégatif du radical substitué de l'hydrazine qui oriente la réaction.

GÉOLOGIE — *La nature et la succession des éruptions postpaléozoïques en Chine septentrionale*. Note de M. **P. Teilhard de Chardin**.

Au cours d'un voyage dernièrement accompli en Chine septentrionale (voyage réalisé grâce à l'appui de l'Académie, du Ministère de l'Instruction publique et du Muséum national) j'ai pu généraliser et préciser, notamment en ce qui touche les roches éruptives, les observations géologiques faites, lors d'une première mission, dans la partie du Tchéli située au nord de la Grande Muraille (pays de Jehol, massif du Wei-tchang, bordure orientale du Dalai-noor).

Dans cette région, les principaux plissements reconnaissables (ils sont d'âge mésozoïque) ont affecté une zone où le socle paléozoïque semble avoir subi, aux débuts du Secondaire, une pénéplainisation supprimant, en beaucoup de points, les dépôts carbonifères et triasiques qui surmontent d'habitude (en concordance angulaire) le Sinien, le Cambrien et l'Ordovicien, en Chine du Nord.

Les mouvements orogéniques ont dû s'effectuer d'abord d'une manière lente (phase I), donnant naissance, entre des rides anticlinales, à des séries de bassins (de direction NE-SW), où s'accumulaient des conglomérats (conglomérats andésitiques), des couches à Poissons (*Lycoptera*), d'âge jurassique supérieur ou crétacé. A ces mouvements lents paraît avoir succédé une phase plus brusque (phase II), au cours de laquelle les anticlinaux ont déchiré et percé le manteau mésozoïque nouvellement formé. Entre les couches détritiques mésozoïques, et les roches dures siniennes et ordoviciennes en effet, on observe régulièrement une surface de contact fortement broyée. Cette deuxième phase, comme la première, a été accompagnée par la formation de puissants conglomérats (conglomérats rhyolitiques).

A la phase I sont liés des épanchements d'andésites et de dacitoïdes (dykes ou coulées intercalées dans les couches à Plantes et à Poissons). A la phase II correspondent surtout des venues de rhyolites et de microgranites, localisées d'ordinaire en bordure des anticlinaux diapirs, ou le

long de leur axe. La postériorité des rhyolites aux andésites est établie par de nombreux faits : pénétration des andésites par les rhyolites, enclaves d'andésite dans les rhyolites, superposition (parfois en discordance angulaire, Jehol) des conglomérats rhyolitiques aux conglomérats andésitiques, etc. Les rhyolites sont fréquemment accompagnées ou même suivies d'intrusions granitiques et dioritiques. Au SE du Dalai-noor (K'ing-pang) ces intrusions, postérieures aux conglomérats rhyolitiques eux-mêmes, ont localement imprégné de tourmaline le système enchevêtré des andésites et des rhyolites.

Ces diverses éruptions, celles de la série rhyolitique surtout, sont remarquables par leur ampleur; et elles supposent que les mouvements de plissement ont été accompagnés de phénomènes de fissuration intenses. Dans le Wei-tchang, par exemple, des masses intrusives de rhyolite paraissent atteindre plusieurs kilomètres de largeur.

Après les temps secondaires, une longue phase d'érosion a formé la pénéplaine (de 1500 à 1800^m d'altitude) dont la dissection a donné toutes les chaînes actuelles du pays de Jehol. Puis diverses fractures, localisées surtout en bordure du Gobi, ont permis de puissants épanchements basaltiques, dont l'âge (à préciser par des empreintes végétales encore à l'étude) n'est probablement pas beaucoup antérieur au Pliocène. Les limburgites quaternaires sont surtout développées auprès du Dalai-noor.

Une étude minéralogique et chimique détaillée de ces diverses roches (andésites et dacitoïdes, rhyolites et granites, basaltes et limburgites) a permis à M. A. Lacroix d'établir que leur ensemble constitue une série calco-alcaline remarquablement homogène, dépourvue de toute anomalie.

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Un cas unique de paléopathologie. Pointe de flèche dans une vertèbre dorsale humaine.* Note de MM. **M. Baudouin** et **Morel**, présentée par M. Charles Richet.

L'un de nous (Morel) a trouvé dans une grotte de Sainte-Énimie (Lozère) un ossuaire de l'époque néolithique, où la plupart des os longs portent des traces de décarnisation. Les fémurs et les tibias présentent d'ailleurs des indices de Platymérie et de Platycnémie, caractéristiques de cette époque.

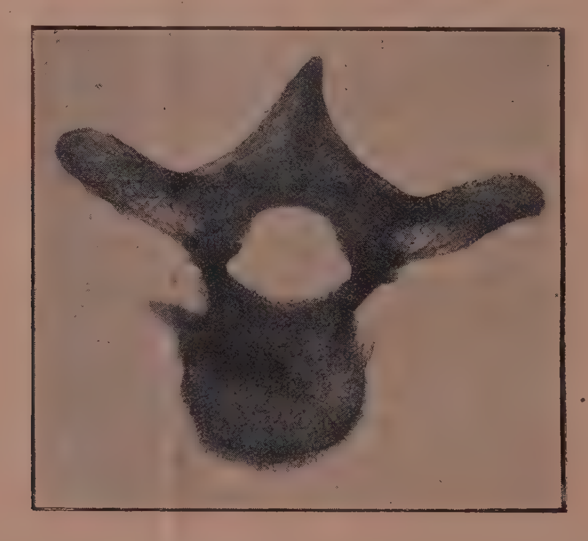
Au milieu de ces ossements brisés, un fémur et un os iliaque en connexion présentaient des traces manifestes, et très accentuées même,

d'*Ostéoarthrite déformante chronique*, dont peu de cas sont connus jusqu'à présent dans la science.

Enfin l'existence a été reconnue d'une vertèbre entière qui présente une lésion très exceptionnelle, due à un traumatisme exercé pendant la vie du sujet et qui montre un corps étranger en pierre *fixé* dans sa substance spongieuse.

Nous avons constaté :

1° Qu'il s'agissait d'une *seconde vertèbre dorsale*, d'un sujet jeune n'ayant pas atteint l'âge de 20 ans; 2° que le corps étranger était une *pointe de*



Deuxième vertèbre dorsale humaine, avec flèche en silex taillé, ovalaire, récluse dans le corps de l'os.

flèche, de forme ovalaire, pourvue d'une soie et d'une ébauche de deux barbelures, intacte.

C'est le seul cas connu de ce genre en *Paléopathologie*, toutes les autres observations analogues publiées se rapportant à des vertèbres *lombaires* et non pas à une dorsale aussi élevée : ce qui entraîne des conséquences spéciales.

La flèche a pénétré par le côté droit, non pas horizontalement à travers le douzième espace intercostal, mais obliquement à 45°. Elle s'est enfoncée jusqu'au centre du corps vertébral, dans le tissu spongieux duquel elle s'est fixée solidement. Cette pénétration a fait éclater l'os à sa face supérieure, l'inférieure étant restée intacte.

Aucune trace de cicatrisation ni de manifestation inflammatoire. Le blessé a donc *succombé* tout de suite *à sa blessure*, quoique cette lésion ne soit pas mortelle (moelle indemne).

Une radiographie pratiquée par en haut, la vertèbre étant à plat, donne une idée parfaite de la pénétration, le silex inclus dans les os se distinguant facilement du tissu osseux sur les différentes épreuves négatives ou positives ([1]). Elle montre que la pointe de la flèche n'a dépassé que de très peu le centre du corps vertébral.

Le corps étranger est un silex patiné, admirablement *taillé*, à très fines retouches correspondant à un travail qui caractérise le sol néolithique supérieur. L'os est d'ailleurs très bien conservé aussi et absolument intact. Il a été durci à la paraffine fondue, comme d'ordinaire, si bien qu'il sera aisé de conserver ce remarquable spécimen.

Cette vertèbre a été déterminée par une méthode spéciale, l'âge a pu être spécifié, grâce à l'absence de soudure des épiphyses principales et de certaines épiphyses secondaires, qui ne se soudent qu'après 20 ans ([2]).

([1]) Recherches exécutées par M. Baudouin (cf. *Thèse Fac. méd. Paris*. Rouillon, 1923).

([2]) La grotte de Sainte-Énimie s'ouvre au bord même de la route en construction de Mende à Sainte-Énimie, à 2^{km} au nord de ce village et sur les pentes des gorges du Tarn. A ce niveau, les calcaires blancs sublithographiques sont partagés par une petite faille verticale très nette, qui a formé trois grottes superposées. La grotte supérieure renfermait un ossuaire néolithique. Elle a été découverte par les ouvriers travaillant à la construction de la route et elle était antérieurement complètement fermée par des blocs de pierres ; c'est d'ailleurs en extrayant ces pierres pour les utiliser que les ouvriers l'ont découverte.

Informé assez rapidement de cette trouvaille, l'un de nous s'y est rendu le surlendemain, c'est-à-dire le 6 juillet 1927.

La grotte a comme dimensions : hauteur 3^{m}, largeur 0^{m},80 (à l'entrée) et profondeur 4^{m}. Les os gisaient pêle-mêle dans une couche de sable épaisse de 0^{m},70 et paraissant formée de Dolomie pulvérulente. Immédiatement au-dessous se trouvait une couche stérile de terre rouge des Causses avec pierres calcaires (remplissage habituel des cavernes de la région).

Malheureusement, avant notre arrivée, de nombreux os avaient disparu ou étaient déjà incorporés au ballast de la route en construction ; cependant, d'après les pièces en notre possession, nous estimons que l'ossuaire devait renfermer les restes de quatre adultes et d'un enfant.

A noter que la même région des gorges du Tarn a donné deux grottes célèbres en Anthropologie : les grottes des Baumes-Chaudes et de l'Homme-Mort, découvertes par Prunières et étudiées par Broca. Comme la grotte de Sainte-Énimie, la grotte de l'Homme-Mort était fermée par des murs en gros moellons.

VOLCANOLOGIE. — *Sur les phases de l'éruption parasitaire de Fouqué-Kaméni (Santorin) en 1928.* Note de MM. **Const.-A. Kténas** et **P. Kokkoros.**

Depuis la période explosive violente du 17 au 22 mai 1926 (¹), le volcan des Kaménis était rentré dans la phase solfatarienne. Au cours de deux voyages de la Mission de l'Université d'Athènes à Santorin, au mois de juillet 1926 et au mois de mars 1927, nous avons pu constater que la température des fumerolles en activité sur le conodôme et sur le champ de laves 1925-1926 s'affaiblissait d'une façon constante.

L'éruption parasitaire a commencé le 23 janvier 1928. Depuis, la station météorologique à Phira nous a donné, dans son bulletin quotidien, une image complète sur le développement de l'activité explosive. L'un de nous a suivi, sur place, les phénomènes du 29 janvier au 2 février, et du 11 au 15 mars. Notre exposé sommaire (²) est basé, en outre, sur les renseignements fournis par le chanoine de Phira, M. P. Syrigos, qui, sur notre demande, a visité les Kaménis, le 20 février, les 7 et 15 mars.

Les phénomènes éruptifs sont concentrés sur la branche méridionale de Fouqué-Kaméni (³). On doit distinguer deux phases dans leur développement.

Première phase. — Elle est signalée par l'absence de magma neuf. L'activité était purement explosive, et elle se manifestait, jusqu'au 2 février, par quatre cratères d'explosion situés à la base du conodôme de 1925. Depuis, trois autres bouches explosives ont été couvertes, dans le même secteur.

Le paroxysme a présenté trois périodes explosives dont chacune a débuté par une explosion plus violente ultravulcanienne. Les produits de projection appartenaient à la couverture de cendres rejetées lors de l'eruption de 1925-1926. Du 7 février jusqu'à la fin du mois, la manifestation explosive était extrêmement faible.

Deuxième phase. — Le 28 février, les explosions deviennent de nouveau d'assez forte intensité. Mais ce n'est que la nuit du 3 au 4 mars qui marque le début de la période effusive. Dès le 4, commence à se montrer sur la

(¹) Const.-A. Kténas, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 798.

(²) Cf. les journaux d'Athènes (29 janvier, 2 février et 14 mars), et Notes présentées à l'Académie d'Athènes, aux séances des 9 février et 22 mars (à l'impression).

(³) Voir le croquis, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 518.

branche méridionale un dôme parasitaire. Sa forme est régulière; il ressemble à un cône arrondi vers sa partie supérieure, d'une hauteur de 10^m, et dont le diamètre de base atteint 70^m.

A partir du 3, les poussées de vapeurs ont été suivies de petits blocs incandescents et de détonations violentes. Les explosions se répétaient, le 12 mars, toutes les demi-heures. Mais depuis cette date, on signale un affaiblissement lent et constant de tous les phénomènes éruptifs.

La deuxième phase, qui se caractérise par la formation rapide du dôme parasitaire du 4 mars, a donc été précédée d'une période exclusive ultravulcanienne. La lave éjectée est similaire au point de vue minéralogique à celle de 1925.

MÉTÉOROLOGIE. — *Le rayonnement nocturne à Lausanne.* Note de M. **P.-L. Mercanton.**

Il y a un intérêt évident à multiplier les mesures de l'énergie perdue par la surface terrestre vers l'espace par rayonnement, en les étendant à des laps de temps suffisants pour que les incessantes irrégularités que l'on constate n'affectent pas trop les moyennes. A défaut de pyrgéomètre enregistreur, on peut obtenir, moyennant quelques précautions, des mesures à la fois satisfaisantes et commodes par l'emploi du tulipan de K. Angström. Je rappelle que dans cet instrument une masse d'éther distille au prorata de l'énergie radiée par une surface noire strictement délimitée et tournée vers le ciel zénithal. Un étalonnage préalable, au pyrgéomètre, a fourni la constante de l'appareil, dont les indications se traduisent, comme d'usage, en calories par centimètre carré et minute.

Dès 1925 et au cours de quelque 120 nuits choisies parmi les plus sereines ou, au contraire, tout à fait couvertes, j'ai pu recueillir les observations ci-après, pour Lausanne (lat. 46°,5 N; long. 6°,6 E Gr.). Le poste d'observation était à l'altitude de 430^m; il dominait d'une soixantaine de mètres la nappe du Léman, dont il n'était pas éloigné de 1^{km}. On observait thermomètre et hygromètre conjointement avec le tulipan.

I. *Nuits sereines.* — J'ai retenu 70 séries de lectures faites par des temps tout à fait sereins, ou tout au moins sans nuages discernables, et réparties au long de l'année 1926. La température de l'air au sol a varié entre $-8°,8$ et $+19°,7$ autour d'une moyenne de $+7°,5$. Le degré d'humidité a été de 40 à 100 pour 100. Quant aux vents, ils ont été, en général, faibles, de directions diverses, souvent nuls aussi. Parfois, cependant, la

bise (NE ou NNE) soufflait fortement. Notons aussitôt que la comparaison aux autres observations des relevés faits par la bise n'a décelé aucune influence propre de ce vent sur le rayonnement.

J'ai exprimé celui-ci de deux manières : directement en calories par cm²-minute et aussi en *fraction du rayonnement intégral* du corps noir, à la température ambiante dans le vide au zéro absolu. Cette fraction permet de mettre mieux en évidence le rôle protecteur de l'atmosphère. (En vérité, la température du corps déperditeur est légèrement inférieure à celle de l'air ambiant utilisée pour le calcul, mais la différence est pratiquement négligeable, et il suffit de noter que les fractions de rayonnement calculées sont ainsi un peu trop faibles.)

Avec des rayonnements réels compris entre un minimum de 0,070 cal/cm²-min et un maximum de 0,157 et qui, dans 41 pour 100 des cas, ont atteint ou dépassé 0,100 cal/cm²-min, la « fraction de rayonnement » a été en moyenne $20,9 \pm 0,2$ pour 100. Son minimum est descendu à 15,2 pour 100 et son maximum est monté à 30,8 pour 100, dans un cas d'ailleurs exceptionnel certainement. L'écart moyen d'un résultat a été de l'ordre de $\pm 2,5$ pour 100.

Quelques séries de lectures ont été faites d'heure en heure durant toute la nuit; elles montrent, fait d'ailleurs attendu, une décroissance assez régulière du rayonnement avec la température ambiante, mais ce parallélisme ne se retrouve pas pour la fraction de rayonnement qui parfois même grandit un peu.

J'ai cherché une corrélation possible entre ladite fraction et la teneur en vapeur d'eau décelée par l'hygromètre. Le coefficient de corrélation calculé par le procédé Montessus de Ballore a été $-0,38$; il y aurait donc décroissance de la fraction de rayonnement quand l'humidité absolue au sol croît, mais la corrélation est si incertaine qu'on ne peut assigner à ce facteur un rôle important. Il faut chercher plus haut dans l'atmosphère les influences dominant le rayonnement nocturne.

II. *Nuits couvertes.* — Durant l'hiver le Plateau Suisse est volontiers couvert d'une nappe nuageuse tenace, épaisse de quelques centaines de mètres avec un ciel serein au-dessus. Cette nappe débute vers 700ᵐ d'altitude. J'ai observé le tulipan au cours de neuf nuits semblables et j'ai constaté, comme il fallait s'y attendre, une énorme diminution du rayonnement. Sa moyenne a été 0,0035 cal/cm²-min pour une température moyenne de $+0°,9$. A deux reprises et notamment au cours entier de la nuit du 6 au 7 décembre 1926, la déperdition d'énergie a été *nulle*.

Pour l'ensemble des séries la fraction de rayonnement n'a été que de 0,8 pour 100.

Il faudra mettre toutes ces observations en regard des situations météorologiques générales de leur époque; ce travail considérable n'a pu être fait jusqu'ici : il prendra du temps et il convenait peut-être de donner sans plus attendre ces résultats d'observation.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les feuilles ensiformes de quelques Cypéracées.* Note de M. H. Chermezon, présentée par M. Henri Lecomte.

La disposition ensiforme de la feuille a été étudiée par de nombreux botanistes chez une douzaine de familles de Monocotylédones; elle n'a fait l'objet d'aucune recherche chez les Cypéracées, bien que les systématiciens aient depuis longtemps signalé la présence de telles feuilles chez certaines espèces des genres *Cladium*, *Lepidosperma* et *Chrysithrix*; Pfeiffer [1], qui a examiné la structure foliaire de ces trois genres, ne mentionne pas cette disposition, sauf et très brièvement chez *Chrysithrix*.

En ce qui concerne la morphologie externe, les feuilles ensiformes que j'ai observées chez les Cypéracées sont toutes, comme ailleurs, des feuilles distiques-équitantes, fortement comprimées dans le plan vertical, possédant par conséquent deux faces latérales, un bord supérieur et un bord inférieur.

Au point de vue anatomique, une coupe transversale de la feuille de *Cladium flexuosum* montre que les deux faces ont une structure identique. L'épiderme, sur toute son étendue, est formé de petites cellules, avec de nombreux stomates, et a les caractères qu'on rencontre habituellement, chez les Cypéracées, dans l'épiderme inférieur des feuilles du type normal.

Le tissu palissadique, constitué par deux assises de cellules, est interrompu par des cordons de sclérenchyme sous-épidermique, correspondant les uns aux faisceaux qu'ils atteignent, les autres aux intervalles des faisceaux. Le parenchyme incolore médian est creusé de canaux aérifères lysigènes, placés dans l'intervalle de chaque paire de faisceaux, en une série occupant le plan de symétrie de la feuille. Les faisceaux sont en nombre égal sur chaque face, leur liber tourné en position normale vers l'extérieur; ils se correspondent très régulièrement d'une face à l'autre, comme place et comme

[1] H. Pfeiffer, *Berichte Deutsch. botan. Gesellsch.*, 38, 1920, p. 6-10; *Botan. Archiv.*, 12, 1925, p. 460-461; *Beihefte botan. Centralbl.* (*Abt.* I), 44, 1927, p. 140-141, 143-144, 151.

taille, formant ainsi à chaque niveau de la coupe une paire de faisceaux opposés semblables; dans l'angle inférieur, se trouve un faisceau impair, de taille moyenne, qui représente le faisceau médian et a, par conséquent, une orientation perpendiculaire à celle de tous les autres; l'angle supérieur est, par contre, dépourvu de faisceau. Les autres *Cladium* à feuilles ensiformes que j'ai examinés ne diffèrent que par des caractères sans grande importance.

Le genre *Lepidosperma* possède un type de structure analogue, mais avec quelques traits propres, assez variés dans le détail, suivant les espèces. Chez *Lepidosperma resinosum*, par exemple, le sclérenchyme est plus abondant, les canaux aérifères sont moins nombreux mais plus vastes et chaque face présente, non plus une seule ligne de faisceaux, mais bien deux, au moins en certaines régions; l'angle inférieur montre trois faisceaux superposés les uns aux autres dans le plan de symétrie, et dont l'ensemble représente la nervure médiane.

Chez *Chrysithrix capensis*, qui appartient d'ailleurs à une autre tribu, la correspondance des faisceaux de chaque face est moins régulière, ainsi que la disposition des canaux aérifères; le faisceau médian, de petite taille, est un peu déjeté latéralement, comme dans bien des Cypéracées à feuilles normales.

Parmi les diverses interprétations de la structure des feuilles ensiformes, celle de Goebel (¹) me semble s'appliquer parfaitement aux Cypéracées ci-dessus étudiées : ce seraient des plantes à feuilles complètement hypotrophes (face inférieure très développée, face supérieure nulle), ayant subi en outre une forte compression latérale.

De nombreuses espèces de Cypéracées, appartenant à divers genres, nous montrent en effet un développement plus ou moins prononcé de la face inférieure, au détriment de la face supérieure de plus en plus réduite. J'ai moi-même (²) signalé, chez *Fimbristylis miliacea*, un état très avancé de cette réduction, accompagné de compression latérale : la face supérieure de la feuille, dans cette plante, est insignifiante par rapport aux deux moitiés de la face inférieure, devenues les faces latérales exactement comme dans les feuilles ensiformes.

Il est possible, d'ailleurs, que la disposition ensiforme ait été réalisée, dans d'autres familles, par des procédés différents, pour lesquels d'autres interprétations seraient alors valables.

(¹) K. Goebel, *Organographie der Pflanzen*, 1, 1913, p. 278-290.

(²) H. Chermezon, *Bulletin Soc. botan. France*, 73, 1926, p. 260-269.

ANATOMIE. — *L'urohyal des Poissons de la famille des Soléidés.* Note de M. **Paul Chabanaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans sa forme la moins spécialisée, c'est-à-dire la plus voisine de celle qu'affecte ordinairement cet os chez les Poissons symétriques, forme présentée par *Synaptura lusitanica* Cap., de l'Atlantique oriental, l'urohyal est constitué par une lame verticale, longitudinalement subrectangulaire, un peu élargie postérieurement, à bord ventral subrectiligne et dont chacune des extrémités est épaissie par deux courts bourrelets longitudinaux. Relié dorsalement aux basi-branchiaux 2 et 3, par une membrane conjonctive, l'urohyal est attaché, par de puissants ligaments fixés à son extrémité antérieure, au 1er basibranchial, qui est fortement dilaté inférieurement, en forme de patin à glace. Deux paires de muscles s'insèrent sur l'extrémité postérieure de cet urohyal : une paire dorsale, prenant point d'appui sur le bourrelet supérieur et s'attachant, d'autre part, aux cleithra, et une paire ventrale, soudés au bourrelet inférieur et reliés aux pubis.

Chez *Austroglossus microlepis* Blkr (Afrique australe), l'extrémité postérieure de l'urohyal se dilate énormément, tandis que son bord ventral devient largement concave; l'ensemble de l'os prenant la forme d'une raquette.

L'urohyal de *Dicologlossa cuneata* Mor. (Atlantique oriental) prend l'aspect d'une fourche, par suite de la séparation en deux branches de son extrémité postérieure. On peut dès lors distinguer trois branches : une branche antéro-supérieure (branche parabranchiale), une branche postéro-supérieure (branche cardiaque) et une branche postéro-inférieure (branche pelvienne); cette dernière formant, avec la branche parabranchiale, un angle de 155° d'ouverture.

Chez un certain nombre d'espèces (*Dicologlossa azevia* Cap. et *hexophthalmus* Benn., *Solea vulgaris* Quens. et *senegalensis* Kp, *Bathysolea profundicola* Vaill., *Microchirus boscanion* Chab., de la région atlanto-méditerranéenne; *Synaptura panoides* Blkr, de l'océan Indien), la branche pelvienne s'allonge aux dépens de la branche cardiaque et forme, avec la branche parabranchiale, un angle de 90°. Cet angle se ferme davantage dans les espèces suivantes : *Monochirus hispidus* Raf., 70°; *Echinosolea ocellata* L., 60°; *Microchirus variegatus* Donov., 55°; *Pegusa lascaris* Risso et *Kleini* Bonap., 45°; *Heteromycteris capensis* Kp, 40°; *Pardachirus marmoratus* Lac., 35°; *Microchirus minutus* Parn., 25°).

Dans le genre strictement américain *Achirus*, l'ouverture de l'angle n'excède généralement pas 25° et la branche pelvienne s'allonge au point d'atteindre, voire même de dépasser en avant (*Achirus fasciatus* Lac.) l'extrémité rostrale de la branche parabranchiale. Il en est de même pour *Gymnachirus nudus* Kp (type).

La rotation vers l'avant de la branche pelvienne de l'urohyal atteint son maximum dans le groupe, également américain, des Apionichthyidés (*Apionichthys Dumerili* Kp [1]; *Achiropsis Nattereri* Stdr et *Normani* Chab.). Dans ce groupe, la branche pelvienne devient parallèle à la branche parabranchiale, dont elle se rapproche considérablement; cette branche pelvienne entraîne en outre, par son allongement, les nageoires pelviennes dont elle soutient le cartilage ptérygophore, de telle sorte que le rayon le plus antérieur de ces nageoires pelviennes vient s'insérer presque sous l'aplomb même de la symphyse mandibulaire.

Encore que l'angle de l'urohyal n'atteigne, chez aucun des rares Soléidés fossiles connus, un degré de fermeture inférieur à 90°, on observe, dans les formes du Néogène, une graduation analogue à celle des espèces vivantes. Le fossile le plus ancien de cette famille, *Solea kirchbergana* H. M., de l'Unterkirchberg (mollasse vindobonienne du Wurtemberg), possède un urohyal tout à fait comparable à celui de *Dicologlossa cuneata* Mor. J'ai noté encore les ouvertures d'angle suivantes: *Microchirus abropteryx* Sauv., du tripoli de Licata, espèce retrouvée depuis par Arambourg dans le Sahélien d'Oran, 105°; *Solea procellata* Aramb., 90°, et *Achirus mediterraneus* Aramb., 90°; ces deux dernières espèces également du Sahélien d'Oran.

Deux conclusions s'imposent :

1° Le degré d'ouverture de l'angle de l'urohyal des Soléidés varie indépendamment de la forme des autres parties du corps. Les trois espèces vivantes européennes, classées dans le genre *Microchirus* (*M. boscanion* Chab., 90°; *variegatus* Donov., 55°, et *minutus* Parn., 25°) en donnent un exemple typique.

2° Le degré d'ouverture de cet angle, dont la constance paraît absolue pour une espèce donnée, doit être considéré comme l'indice d'une spécialisation d'autant plus avancée que ce degré est lui-même plus faible; ce que démontre, entre autres, la morphologie des espèces du groupe si remarquable, à tant d'égards, des Apionichthyidés.

---

(1) *Apionichthys Ottonis* Stdr, dont j'ai examiné les types, appartient indubitablement à l'espèce décrite par Kaup et n'a été signalé de la Méditerranée que par suite d'une erreur commise dans la mention d'origine.

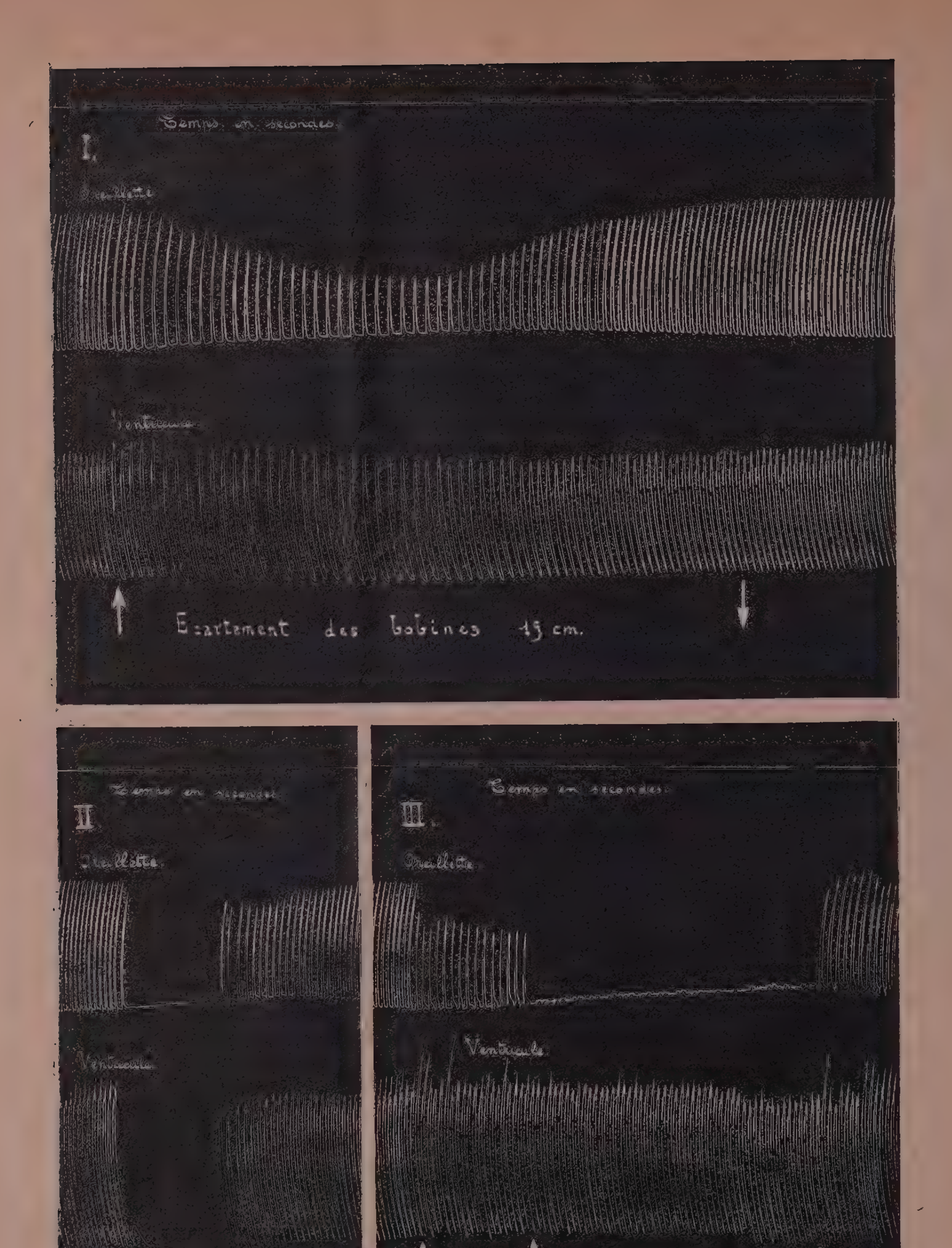
PHYSIOLOGIE. — *Sur la pseudo-inexcitabilité du pneumogastrique cardiaque provoquée par l'uzarine et l'extrait d'uzara.* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Charles Richet.

Nous avons montré qu'on observe, au premier stade de l'action de l'uzarine et de l'extrait d'uzara, les manifestations d'une excitation du pneumogastrique cardiaque qui disparaissent à la suite de la vagotomie. De tels effets s'observant au stade initial de l'action des substances digitaliques, nous avons été amené à rechercher si, comme ces dernières, l'uzarine et l'extrait d'uzara provoquent, à la période subterminale de leur action toxique, une inexcitabilité ou plutôt une pseudo-inexcitabilité du vague cardiaque.

Ackermann, qui découvrit ce phénomène, ne l'avait observé qu'avec la digitale, mais on constata bientôt que les autres substances digitaliques peuvent aussi provoquer l'inexcitabilité apparente du vague cardiaque. Certains auteurs, et tout récemment encore Beco et L. et F. Mercier, ont affirmé qu'il s'agissait là d'une inexcitabilité réelle et totale du pneumogastrique cardiaque. Il n'en est rien cependant. Les travaux de Ribl, Cushny, Rothberger et Winterberg ont en effet démontré que si, chez l'animal soumis à l'action des doses toxiques de substances digitaliques, l'excitation au cou du bout périphérique du pneumogastrique n'a plus d'action sur le ventricule dont les contractions sont devenues automatiques, elle exerce toujours sur les oreillettes ses effets chronotrope et inotrope négatifs.

Nos tracés montrent que l'uzarine — glycoside cristallisé et à constantes chimiques bien déterminées — qui, au stade initial de son action, augmente l'excitabilité du pneumogastrique cardiaque (*fig.* II) provoque, à la période subterminale de son action toxique, l'inexcitabilité apparente de ce même pneumogastrique (*fig.* III). Sur le ventricule, en effet, l'excitation au cou du bout périphérique du vague est alors inefficace, cependant que, sur l'oreillette, elle agit plus fortement que sur l'animal normal.

Ces faits peuvent surprendre ceux qui, comme Tournade et Giraud, admettent avec les auteurs français (Morat et Doyon, Arthus, etc.) que l'excitation du vague touche d'abord et surtout le ventricule. En réalité, comme l'ont déjà constaté plusieurs auteurs et comme nos propres recherches nous l'ont montré, les effets des excitations subliminales du pneumogastrique s'exercent surtout sur l'oreillette (voir *fig.* I).



Expérience du 21 mai 1927. Chien de 5^{kg}, chloralosé (12^{cg} par kilogramme), thoracotomisé et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes; 2e ligne : contractions de l'auricule enregistrées par la méthode de suspension ; 3e ligne contractions du ventricule enregistrées par cette même méthode. — ↑ Début de l'excitation au cou du bout périphérique du pneumogastrique droit, au moyen du chariot de Du Bois Reymond ; ↓ fin de cette même excitation. — Tracés réduits de moitié. — Fig. I. Enregistrement avant injection d'uzarine. Ecartement des bobines du chariot de Du Bois Reymond : 19^{cm}. — Fig. II. Enregistrement 20 minutes après une première injection dans la saphène de 1^{mg} d'uzarine en solution dans 2$^{cm^3}$ de sérum physiologique. Ecartement des bobines : 19^{cm}. — Fig. III. Enregistrement 1 minute après une seconde injection également intraveineuse de 5^{mg} d'uzarine en solution dans 10$^{cm^3}$ de sérum physiologique. Ecartement des bobines : d'abord 19^{cm},5 puis 19^{cm}.

De tout ce qui précède, ainsi que de nos recherches antérieures, nous pouvons conclure que l'uzarine, plus soluble que la digitaline et beaucoup moins toxique que l'ouabaïne, mérite de prendre place à côté de ces glycosides dans la thérapeutique cardiaque. Les essais cliniques qui sont actuellement poursuivis confirmeront, nous le pensons, cette assertion.

PHYSIOLOGIE. — *Variations de la teneur du sang en acide urique suivant l'état de la fonction respiratoire; l'hyperuricémie asphyxique.* Note (1) de MM. **Léon Binet** et **René Fabre**, présentée par M. F. Widal.

L'élévation de l'acide urique dans le sang des asthmatiques a été signalée par plusieurs auteurs et récemment F. Bezançon, Ch.-O. Guillaumin et J. Célice (2) ont insisté sur une augmentation de l'acide urique plasmatique chez les dyspnéiques. Cette réaction humorale a été diversement interprétée; invoquée dans le déclenchement du paroxysme dyspnéique par certains, elle nous apparaît au contraire comme une conséquence de l'asphyxie, si l'on en juge par l'étude expérimentale faite sur le chien dont on perturbe la respiration.

Nos recherches ont été poursuivies sur 10 chiens chloralosés : des prises de sang ont été faites dans une grosse artère (carotide ou fémorale), d'abord en période de respiration normale, ensuite en période asphyxique, déclenchée par l'oblitération mécanique de la trachée. A la cinquième minute d'asphyxie, la respiration artificielle était établie, jusqu'au retour de la respiration normale et l'on pouvait recueillir du sang au bout de 15, 30 et 60 minutes après le retour de la respiration spontanée. D'autre part, voulant étudier l'acide urique du sang total, nous avons eu le soin d'enlever la rate d'un certain nombre de nos animaux au début de l'expérience : on sait en effet que les globules sanguins contiennent de l'acide urique, que l'asphyxie élève le nombre des éléments figurés du sang par splénocontraction et que les variations numériques de ces éléments sont supprimées par splénectomie antérieure [Léon Binet, H. Cardot et R. Williamson (3)].

Nous avons effectué les dosages d'acide urique dans le sang total en utilisant la méthode de A. Grigaut.

---

(1) Séance du 26 mars 1928.

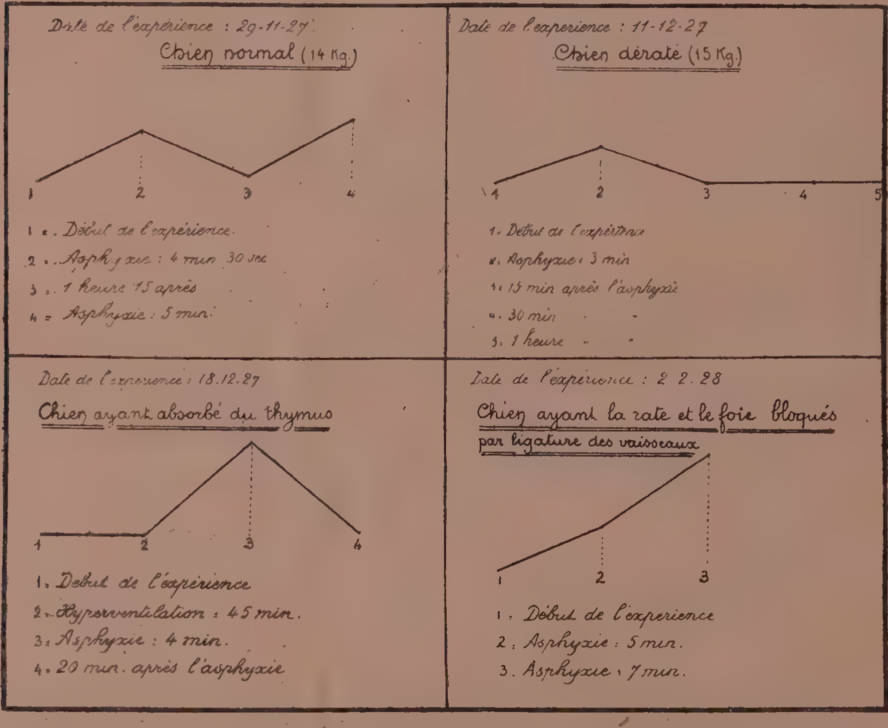
(2) Jean Célice, *Thèse de Doctorat en médecine*, Paris, 1927.

(3) *C. R. Soc. Biol.*, 95, 1926, p. 262.

Le taux d'acide urique, ou pour être plus exact, de produits réagissant comme l'acide urique sur le réactif de Folin, a varié, chez le chien normal, dans les proportions suivantes :

Pour le sang total....................	$0^{g},09$ à $0^{g},16$	pour 1000^{cm^3}
Pour le plasma....................	$0^{g},03$ à $0^{g},06$	»
Pour les éléments figurés du sang......	$0^{g},18$ à $0^{g},25$	»

Les résultats des expériences entreprises (voir la figure) nous permettent de tirer les conclusions suivantes :



Parmi les expériences effectuées, quatre sont rapportées sur le graphique ci-dessus, dans lequel les abscisses correspondent au temps et les ordonnées au taux d'acide urique par litre de sang. L'ordonnée au point 1 indique le taux d'acide urique au début de l'expérience. Pour ces différents animaux nous avons eu successivement les chiffres suivants :

Chien normal : $0^{g},098$, — $0^{g},114$, — $0^{g},102$, — $0^{g},120$.
Chien dératé : $0^{g},120$, — $0^{g},135$, — $0^{g},120$, — $0^{g},120$.
Chien ayant absorbé du thymus : $0^{g},130$, — $0^{g},130$, — $0^{g},185$, — $0^{g},130$.
Chien ayant une ligature sur les vaisseaux spléniques et hépatiques : $0^{g},111$, — $0^{g},132$, — $0^{g},200$.

L'asphyxie mécanique, réalisée chez un chien, détermine une élévation nette du taux de l'acide urique dans le sang : cette élévation est de 17 à 18 pour 100 en moyenne avec des variations assez étendues.

Cette hyperuricémie dépend du degré de l'asphyxie et elle est d'autant plus accentuée que l'asphyxie est poussée plus loin.

Elle est générale et porte sur le plasma et sur les globules du sang.

Elle est passagère et le taux d'acide urique est revenu au taux primitif 15 minutes après le retour de la respiration normale.

Elle est renouvelable; si l'on détermine une nouvelle crise asphyxique une heure après une première crise, on enregistre une nouvelle poussée d'hyperuricémie.

Elle n'est pas fonction d'une élévation numérique des hématies et s'observe avec les mêmes caractères chez le chien splénectomisé.

Elle se retrouve également chez le chien dont le foie a été, en même temps que la rate, privé de ses connexions vasculaires.

Ajoutons que l'hyperventilation pulmonaire, réalisée pendant 30 à 45 minutes chez les chiens normaux, ne modifie pas le taux d'acide urique dans le sang total.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Les rayons ultraviolets détruisent le pouvoir rabicide du venin de la Vipère aspic* (Vipera aspis *L.*). Note de Mme **M. Phisalix** et M. **F. Pasteur**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'un de nous a récemment mis en évidence le pouvoir que possède le venin de Vipère de tuer, dans ses émulsions, le virus rabique auquel on le mélange, et d'en prévenir ainsi le développement dans l'organisme des animaux (1).

L'objet de la présente étude est de rechercher ce que devient le pouvoir rabicide, quand le venin a perdu son pouvoir toxique, par le chauffage, et son pouvoir antivenimeux, par l'exposition aux rayons ultraviolets (2). Conserve-t-il, dans ces conditions, son pouvoir rabicide?

Pour répondre à cette question, nous avons institué la technique suivante :

Expérience. — Une solution de venin de Vipère, à 1 pour 1000, dans l'eau salée physiologique, est chauffée au bain-marie, en pipette close, à la température de 75° pendant 15 minutes; puis elle est répandue dans une coupelle de quartz fondu, à fond plat, sur une épaisseur de 2 à 3mm. La coupelle est recouverte d'une plaque de verre

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 538.

(2) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 795.

Renovic, perméable aux rayons ultraviolets, et placée à une distance de 50^{cm} de la source productive de ces rayons. L'action de ceux-ci est maintenue pendant 30 minutes.

La solution de venin ayant ainsi perdu sa toxicité générale par le chauffage (condition indispensable en raison de la sensibilité très grande au venin de l'encéphale du lapin sur lequel seront pratiqués les essais), et son pouvoir antivenimeux par exposition aux rayons ultraviolets, est mélangée à volumes égaux (20^{cm^3}) avec une émulsion centésimale de virus rabique fixe (celui de l'Institut Pasteur de Paris). Le mélange est filtré sur batiste et sur papier, et ensuite conservé au frais pendant une nuit. Le lendemain, il est centrifugé, et, par décantation partielle, ramené au volume de 2^{cm^3} qui correspond à l'émulsion décimale de virus rabique.

Deux lapins, l'un mâle pesant 3200^{g}, l'autre femelle pesant 4900^{g} sont alors trépanés, et reçoivent chacun, dans l'encéphale, $0^{cm^3},5$ de cette émulsion : tous deux présentent au 11[e] jour les premiers symptômes de stupeur et d'incoordination motrice; ils sont couchés le lendemain; le premier meurt le 15[e] jour, le second au 17[e] jour.

Ainsi *le venin irradié, dans les conditions mêmes qui lui font perdre son pouvoir antivenimeux, et que nous préciserons plus loin, perd également son pouvoir rabicide.*

Ce résultat, considéré isolément, semblerait indiquer que les pouvoirs antivenimeux et rabicide du venin de Vipère sont dus à un seul et même antigène, plus sensible à l'action des rayons ultraviolets que les substances toxiques qui, elles, restent inaltérées. Mais cette interprétation ne peut être retenue, en raison du fait suivant, mis récemment en évidence par l'un de nous, à savoir que « le chauffage du venin à la température de 100° fait disparaître totalement, *in vitro* et *in vivo*, le pouvoir antivenimeux, et laisse subsister le pouvoir rabicide.

La seule conclusion qui s'accorde avec les faits observés est donc la suivante :

Les rayons ultraviolets ont une action destructive élective sur les pouvoirs antivenimeux et antirabique du venin de Vipère, ou, plus exactement, sur les antigènes distincts qui conditionnent ces pouvoirs.

Pour préciser les conditions expérimentales en ce qui concerne les rayons ultraviolets employés, nous ajouterons les données suivantes :

Le brûleur en quartz de la Verrerie scientifique, type 4 ampères, courant alternatif, puissance 402 volts, et placé pendant 30 minutes à une distance de 50^{cm} de la couche liquide à irradier, a donné, à travers la lame de verre Renovic de $2^{mm},2$ d'épaisseur, un rayonnement de 2803 angströms. Les mesures énergétiques du rayonnement ont été effectuées avec les mêmes dispositions, à l'aide de la pile de Moll, en excluant tous les rayonnements émis en dehors du brûleur même. La puissance totale étant ramenée à 100, nous avons :

		watts
88 pour 100 dans l'infrarouge	....	353,76
5 pour 100 dans le visible	....	10,10
7 pour 100 dans l'ultraviolet	....	28,14

La lumière produite par le brûleur, et qui ne contient pas de rouge, n'a pas d'action appréciable dans les limites de temps de l'expérience; seuls les 28,14 watts de l'ultraviolet ont suffi à détruire le pouvoir rabicide, aussi bien que le pouvoir antivenineux, c'est-à-dire les deux antigènes correspondants du venin.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des colloïdes minéraux sur les sérums sanguins normaux et syphilitiques.* Note de MM. **R. Douris** et **J. Beck**, présentée par M. d'Arsonval.

Les méthodes de séro-diagnostic de la syphilis consistent essentiellement à apprécier directement ou indirectement (à l'aide de systèmes hémolytiques) une floculation produite avec les sérums syphilitiques alors que dans les mêmes conditions expérimentales les sérums normaux restent sans action.

Le réactif employé est toujours une solution colloïdale (improprement désignée sous le nom d'antigène) généralement une suspension d'extrait d'organes. La floculation produite est considérée comme résultant de l'union de deux colloïdes. Dans une précédente Note, nous avons montré que les réactifs agissaient à la fois par leur pH (acide) et leur nature colloïdale. Or il est difficile d'obtenir un réactif dans un état colloïdal toujours identique. Le mode de préparation, en effet, dépend d'un grand nombre de facteurs [2]. Nous avons donc songé à éviter cette difficulté en formant le colloïde [3] au sein même du sérum à examiner.

Pour cela, le sérum dilué dans de l'eau physiologique (9 pour 1000 de NaCl)

---

[1] *L'origine de la vie*, *L'universion*, et *Contribution à l'étiologie du cancer* (Gauthier-Villars).

[2] R. Douris, Ch. Mondain et J. Beck, *C. R. Soc. Biol.*, 98, 1928, p. 507.

[3] Nous nous sommes adressés à des substances colloïdales minérales possédant une charge électrique négative, c'est-à-dire identique à celle des extraits d'organes couramment employés.

était additionné successivement de deux réactifs qui, par leur mélange, devaient donner naissance au colloïde choisi.

Nous avons obtenu : le soufre colloïdal, au moyen de l'hyposulfite de sodium et de l'acide chlorhydrique; le sulfure de cadmium, par l'action du sulfure de sodium sur le sulfate de cadmium; le ferrocyanure de cuivre, au moyen de ferrocyanure de potassium et du sulfate de cuivre; l'acide tungstique par décomposition du tungstate de sodium et de l'acide chlorhydrique; enfin l'acide silicique en partant du silicate de sodium et de l'acide chlorhydrique.

Nous avons naturellement examiné tout d'abord l'action sur le sérum de chaque réactif pris séparément. Certains d'entre eux, à doses convenables, sont susceptibles de déterminer la formation d'un précipité. C'est le cas de l'acide chlorhydrique, du sulfate de cadmium, du sulfate de cuivre. Pour éviter l'influence de ces réactions secondaires, nous avons employé les réactifs dans l'ordre suivant : réactif sans action directe, puis réactif précipitant.

Dans des tubes contenant $0^{cm^3},2$ de sérum et 1^{cm^3} d'eau physiologique à 9 pour 1000, on ajoutait les deux réactifs employés chacun, sous le même volume de 1^{cm^3}, à des concentrations progressivement décroissantes comprises entre N/10 et N/1000 en ayant soin de bien mélanger après chaque addition de réactif. Nous avons noté les quantités de précipités formés dans des séries parallèles faites avec des mélanges de sérums normaux ou syphilitiques (1) ainsi qu'avec des sérums de qualité connue pris isolément.

La floculation apparaît immédiatement après l'addition du deuxième réactif et le trouble formé s'accentue généralement avec le temps. Nous avons examiné les résultats immédiatement, au bout de 1 heure, de 2 heures et de 24 heures.

Dans toutes ces expériences, le précipité formé dépend essentiellement des proportions de réactifs et de sérum. On peut constater une précipitation aussi bien avec les sérums normaux qu'avec les sérums syphilitiques, il n'y a alors de différences que dans la quantité de précipité formé ou dans les temps nécessaires à l'apparition du précipité.

Enfin, pour d'autres proportions on se trouve dans des conditions expérimentales où l'on observe une différenciation entre les sérums normaux et les sérums syphilitiques, le *précipité n'apparaissant qu'avec ces derniers*.

C'est ce qui se produit avec le soufre colloïdal formé au sein même du

(1) R. Douris, *C. R. Soc. Biol.*, **96**, 1927, p. 515.

sérum pour une concentration de réactifs N/40 ($S^2O^3Na^2$ N/40 et HCl N/40) lorsqu'il s'agit de sérums frais.

Avec le sulfure de cadmium pour des concentrations comprises entre N/80 et N/160, le sérum syphilitique se trouble immédiatement, tandis que le sérum normal reste parfaitement clair.

Le ferrocyanure de cuivre donne des résultats moins intéressants. Le précipité est presque toujours perceptible avec les sérums négatifs, mais on observe toutefois des différences dans l'intensité de la précipitation pour des concentrations comprises entre N/80 et N/320.

L'acide tungstique agit énergiquement, il faut arriver également à de faibles concentrations comprises entre N/160 et N/320 pour lesquelles seul le sérum syphilitique donne un trouble léger.

L'acide silicique est, parmi ces réactifs colloïdaux, celui qui différencie d'une manière plus constante les sérums normaux des sérums syphilitiques. Pour une concentration N/10 on a immédiatement une différence nette entre les quantités de précipités formés. Pour une concentration N/160 le précipité apparaît seulement avec les sérums syphilitiques au bout de 24 heures.

Conclusions. — Aux réactifs colloïdaux instables employés pour le sérodiagnostic de la syphilis par précipitation, nous avons voulu substituer des colloïdes présentant le même état physique et une composition chimique constante. Nous sommes arrivés au résultat en ajoutant successivement au sérum les deux réactifs nécessaires à la formation du colloïde. Celle-ci résulte d'une double décomposition chimique au sein même du liquide à examiner. Le colloïde se trouve ainsi intimement réparti dans le sérum sur lequel il est appelé à agir. Les résultats intéressants de cette Note ayant trait à des substances minérales (soufre, sulfure, ferrocyanure, acides colloïdaux) nous engagent à poursuivre les mêmes études avec des substances d'une affinité plus marquée pour le sérum sanguin.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Mesure de l'épaisseur de lames minces protoplasmiques.* Note (1) de M. **Fauré-Fremiet** et Mlle **Choucroun**, présentée par M. Jean Perrin.

De nombreuses cellules peuvent s'étaler au contact de certaines interfaces : eau-verre, eau-huile ou eau-air par exemple, en développant des

(1) Séance du 26 mars 1928.

lames minces et adhérentes de protoplasma hyalin; le reste de la masse cellulaire, granuloplasma et noyau, bien que déformé par cet étalement, demeure plus ou moins hémisphérique. Ce phénomène (stéréotropisme de Harrison) est particulièrement caractéristique des cellules conjonctives : amibocytes des Invertébrés, histiocytes des Vertébrés (¹).

Nous avons pensé que l'épaisseur des lames protoplasmiques étalées, trop faible pour être déterminée par une mesure micrométrique, pouvait l'être approximativement et de façon aussi directe si l'on utilisait les propriétés optiques des lames minces examinées par réflexion; on sait en effet que la coloration d'une lame mince renseigne exactement sur son épaisseur si l'on connaît l'indice de la matière qui la constitue. Dans le cas d'une cellule étalée sur une lame de verre porte-objet, le protoplasma possédant un indice inférieur à celui de son support, chacun des deux rayons renvoyés par les faces parallèles de la lame se réfléchit avec changement de signe; les colorations obtenues sont donc celles de l'échelle des teintes de Newton correspondant aux interférences à centre blanc.

En examinant avec un appareil auto-collimateur comportant un objectif à immersion à eau, soit des monocytes de Lapin, soit des amibocytes d'Astérie, d'Arénicole ou de Lombric étalés sur une lame de verre porte-objet, nous avons constaté que les lames protoplasmiques périphériques, souvent invisibles par transparence, montrent par réflexion des colorations plus ou moins vives disposées en plages plates irrégulières ou en anneaux concentriques (²).

La détermination de l'ordre des teintes observées a été faite par comparaison directe avec les colorations d'ordre bien connu que présentent les lames stratifiées d'eau de savon; à cet effet, les images respectives d'une lame d'eau de savon et d'une lame protoplasmique d'intensités comparables étaient juxtaposées dans le champ d'un même oculaire.

Les amibocytes d'Astérie observés dans l'eau de mer ou dans une solution isotonique de NaCl ou de $MgCl^2$ nous ont montré toute une série de colora-

(¹) Fauré-Fremiet, *Bull. d'Histologie*, 4, 1927, p. 321, et *Arch. d'Anat. Micr.*, 23, 1927, p. 97.

(²) La masse principale de la cellule constituée par du granuloplasma apparaît généralement en blanc plus ou moins brillant, mais présente quelquefois des irisations superficielles particuliérement vives au niveau de vacuoles tangentes à la surface cellulaire.

tions, depuis les teintes du deuxième ordre jusqu'aux blancs d'ordre supérieur; en tenant compte de l'indice relatif moyen de ces cellules ([1]), on trouve pour l'épaisseur de ces lames protoplasmiques des valeurs variant entre $0^{\mu},13$ et un peu plus de 1^{μ}.

Les teintes les plus fréquemment observées sont des bleus et des pourpres violacés du deuxième ordre, les épaisseurs correspondantes variant entre $0^{\mu},13$ et $0^{\mu},3$ pour les bleus; entre $0^{\mu},3$ et $0^{\mu},38$ pour les pourpres violacés.

Les amibocytes d'Astérie et de Lombric présentent des teintes de même ordre et les calculs indiquent des épaisseurs comparables pour leur film protoplasmique périphérique.

La lame protoplasmique développée plus ou moins symétriquement autour d'une même cellule montre des variations irrégulières d'épaisseur : il ne semble pas que l'épaisseur de cette lame décroisse progressivement depuis la masse cellulaire proprement dite jusqu'à la périphérie, on observe même souvent la répétition périodique d'anneaux colorés exactement comparables, indiquant qu'un même niveau supérieur d'épaisseur est atteint en des points successifs de la même lame.

De plus, la zone colorée étroite, à bords lisses ou déchiquetés, qui dessine le contour apparent de ces lames indique un épaississement, une sorte de bourrelet marginal.

C'est ainsi que sur une longueur de 15^{μ} on peut trouver, suivant un même rayon coupant une lame protoplasmique, les épaisseurs successives suivantes :

$0^{\mu},25 \quad 0^{\mu},21 \quad 0^{\mu},25 \quad 0^{\mu},36 \quad 0^{\mu},35 \quad 0^{\mu},45 \quad 0^{\mu},51.$

Cette distribution irrégulière des épaisseurs semble indiquer que dans les conditions de stabilité compatibles avec la persistance de l'intégrité cellulaire, les effets d'étalement protoplasmique sont équilibrés par la cohésion interne du protoplasma; dans d'autres cas (cellules dites « explosives » de Hardy et certains Protozoaires), les phénomènes capillaires sont beaucoup plus importants et l'étalement se poursuit jusqu'à la destruction complète de la cellule. Avec Ephrussi et Rapkine, l'un de nous ([2]) a montré que

([1]) Indice mesuré suivant la méthode imaginée par Vlès en utilisant chaque cellule comme une lentille sphérique pouvant donner l'image d'une source lumineuse et dont on peut mesurer directement le rayon et la distance focale.

([2]) Voir Fauré-Fremiet, Ephrussi et Rapkine, *C. R. Soc. de Biol.*, 94, 1926, p. 153.

dans ce cas l'épaisseur moyenne de la lame mince obtenue tombe entre 57 et 42 Å, c'est-à-dire atteint l'ordre de grandeur moléculaire.

Remarquons enfin que nos mesures sont en parfait accord avec les estimations indirectes tentées par Policard ([1]) qui a calculé pour les lames protoplasmiques des histiocytes du Rat des épaisseurs comprises entre $0^{\mu},11$ et $0^{\mu},32$, avec une moyenne de $0^{\mu},18$.

La séance est levée à 16h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1927 (*suite*).

Bibliographie agricole. Paris.
Bibliographie de la France. Paris.
Bibliographie des sciences géologiques. Paris.
Bibliographie scientifique française. Paris.
Bibliothèque nationale suisse. Rapport. Berne.
Biblos. Organo de la Biblioteca nacional. Mexico.
Bidrag till Kännedom of Finlands natur och folk. Helsingfors.
Biological Board of Canada. Bulletin. Ottawa.
Birmingham natural history and philosophical society (Proceedings. Annual report). Birmingham.
Boletim bibliográfico da Biblioteca da Universidade de Coimbra. Coimbra.
Boletim do Instituto Brasileiro de sciencias. Rio de Janeiro.
Boletim do Museu nacional. Rio de Janeiro.
Boletim hebdomadario de estatistica demographo-sanitaria. São-Paulo.
Boletim magnetico do Observatorio nacional. Rio de Janeiro.
Boletim mensal de estatistica demographo-sanitaria de São-Paulo. São-Paulo.

([1]) Policard, *C. R. Soc. de Biol.*, 94, 1926, p. 106.

Boletin de la Associación Argentina de electrotécnicos.
Boletin de la real Sociedad española de historia natural. Madrid.
Boletin de la real Sociedad geografica. Madrid.
Boletin del cuerpo de ingenieros de minas del Peru. Lima.
Boletin del Observatorio del Salto. Santiago de Chile.
Boletin del Observatorio nacional. Habana.
Boletin de pescas. Madrid.
Boletín mensual de estadistica agro-pecuaria. Buenos-Aires.
Boletin oficial de marcas y patentes. Habana.
Bollettino della società italiana di biologia sperimentale. Napoli.
Bollettino dell' Istituto agrario di Scandicci. Firenze.
Bollettino ufficiale della R. Stazione sperimentale per l' industria delle essenze e dei derivati dagli agrumi. Reggio Calabria.
Bristish Astronomical Association. Handbook. London.
Brooklyn Museum Science Bulletin. Brooklyn.
id. Quarterly. Brooklyn.
Bulletin administratif de la Cochinchine. Saïgon.
Bulletin de l' Académie de médecine. Paris.
Bulletin de l' Académie des sciences de l' Union des Républiques soviétiques socialistes. Leningrad.
Bulletin de l' Académie malgache. Tananarive.
Bulletin de l' Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles.
Bulletin de la Commission géologique de Finlande. Helsingfors.
Bulletin de l' Association amicale des anciens élèves de l' École centrale des arts et manufactures. Paris.
Bulletin de l' Association amicale des élèves de l' École nationale supérieure des mines, Paris.
Bulletin de la Section scientifique de l' Académie roumaine. Bucarest.
Bulletin de la Société belge de géologie. Bruxelles.
Bulletin de la Société d' agriculture, sciences et arts de la Sarthe. Le Mans.
Bulletin de la Société d' encouragement pour l' industrie nationale. Paris.
Bulletin de la Société des agriculteurs de France. Paris.
Bulletin de la Société des amis des sciences naturelles de Rouen. Rouen.
Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l' Yonne. Auxerre.
Bulletin de la Société des sciences naturelles du Maroc. Rabat.
Bulletin de la Société géologique de France. Paris.
Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Mulhouse.
Bulletin de la Société industrielle de Rouen. Rouen.
Bulletin de la Société philomatique de Paris. Paris.
Bulletin de la Société physico-mathématique de Kazan. Kazan.
Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. Bruxelles.
Bulletin de la Société scientifique du Dauphiné. Grenoble.
Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. Lausanne.
Bulletin de l' Association amicale des anciens élèves de l' École centrale. Paris.
Bulletin de l' Association amicale des anciens élèves de l' École des mines. Paris.

Bulletin de l'Auvergne. Clermont-Ferrand.
Bulletin de l'École supérieure d'agronomie. Brno.
Bulletin de l'Institut catholique de Paris. Paris.
Bulletin de l'Institut océanographique (fondation Albert Ier, prince de Monaco). Monaco.
Bulletin de l'Observatoire de Lyon. Saint-Genis-Laval.
Bulletin de l'Observatoire de Nice. Nice.
Bulletin de l'Observatoire de Toulouse. Toulouse.
Bulletin des sciences mathématiques. Paris.
Bulletin des travaux de la classe des sciences mathématiques et naturelles de l'Académie des sciences et des arts. Zagreb.
Bulletin du Comité géologique de Leningrad. Leningrad.
Bulletin du Jardin botanique. Buitenzorg.
Bulletin du Ministère du travail et de l'hygiène. Paris.
Bulletin du Service géologique de l'Indochine. Hanoï.
Bulletin économique de l'Indochine. Hanoï.
Bulletin économique; Madagascar et dépendances. Tananarive.
Bulletin géodésique de la section de géodésie de l'union géodésique et géophysique internationale. Paris, Toulouse.
Bulletin géophysique de l'Institut de recherches géophysiques. Léningrad.
Bulletin international de l'Académie polonaise des sciences et des lettres. Cracovie.
Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsala. Upsala.
Bulletin mensuel de l'Office national météorologique de France. Paris.
Bulletin mensuel de l'Office permanent de statistique. La Haye.
Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale. Paris.
Bulletin of the Chemical Society of Japan. Tokyo.
Bulletin of the Earthquake Researche Institute. Tokyo Imperial University. Tokio.
Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. Upsala.
Bulletin of the Geological Survey of China. Péking.
Bulletin of the Hydrographic Department. Tokio.
Bulletin of the National Research Council. Washington.
Bulletin of the Terrestrial Electric Observatory of Fernando Sanford. Palo Alto (Calif.).
Bulletin of the University of Kansas. Lawrence (Kansas).
Bulletin pluviométrique. Observatoire central de l'Indochine. Phu-Liên.
Bulletin quotidien d'études de l'Office national météorologique de France. Paris.
Bulletin quotidien de renseignements de l'Office national météorologique de France. Paris.
Bulletins de la Société chimique de Belgique. Gand.
Bulletins de la Station biologique de la Société des amis des sciences naturelles, d'anthropologie et d'ethnographie. Moscou.

(*A suivre.*)